

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2005

УДК 616.124-008.318:616.124.2

## ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛАЦИИ ЖЕЛУДОЧКОВЫХ АРИТМИЙ ИЗ ВЫВОДНОГО ОТДЕЛА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

А. Ш. Ревшвили, Е. А. Артюхина, Ф. Г. Рзаев, М. В. Носкова

Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева (дир. – академик РАМН Л. А. Бокерия) РАМН, Москва

*Цель исследования состояла в том, чтобы определить электроанатомические критерии и механизмы аритмий для эффективной радиочастотной абляции (РЧА) желудочковой тахикардии, локализуемой в выводном отделе левого желудочка (ЖТ ВОЛЖ). Желудочковая тахикардия у пациентов была устранена путем успешной радиочастотной абляции. Клинических проявлений ЖЭС, ЖТ или каких-либо осложнений в течение 12 месяцев после РЧА не зарегистрировано.*

Ключевые слова: желудочковая тахикардия, радиочастотная абляция, аортальные синусы Вальсальвы.

*The purpose of our study was to identify electroanatomical criteria and mechanisms of left ventricular outflow tract tachycardia for better performance of its radiofrequency catheter ablation. Left ventricular outflow tract tachycardia was successfully eliminated by radiofrequency catheter ablation. There were neither ventricular extrasystoles/ventricular tachycardia nor other complications during 12 months after the procedure.*

Key words: ventricular tachycardia, radiofrequency catheter ablation, aortic Valsalva sinuses.

Радиочастотная абляция (РЧА) стала распространенным методом устранения желудочковых нарушений ритма, а в последние годы применяется и для лечения тахикардий, локализующихся в выводном отделе левого желудочка (ВОЛЖ). Чаще всего это идиопатические аритмии, и радиочастотные воздействия через синусы Вальсальвы аортального клапана на миокард ВОЛЖ могут избавлять пациентов от этого вида нарушений ритма. У данной категории больных, как правило, не выявляется связи аритмий с заболеваниями миокарда воспалительного или невоспалительного генеза, хотя по данным ряда авторов эти тахикардии возникают в результате недиагностированных или латентно протекающих процессов в миокарде.

В большинстве случаев для устранения тахикардии использовался ретроградный трансаортальный подклапанный доступ. Однако при расположении аритмогенного очага непосредственно под клапаном аорты доступ к нему и контакт катетера со стенкой желудочка в ряде случаев затруднены из-за малого диаметра ВОЛЖ, большой амплитуды движения миокарда и створок клапана [4, 8].

Первые сообщения об устранении очага желудочковой тахикардии (ЖТ) из левого аортального синуса Вальсальвы (ЛСВ) появились в 1997 г. N. Tsuboi и соавт. описали два случая успешной абляции ЖТ из ВОЛЖ, в которых использовался доступ для РЧА из ЛСВ [14]. T. Fabian и F. Cecchin [5] опубликовали в 1998 г. сообщение об устра-

нении ЖТ с помощью аналогичной методики. H. Nishiya и соавт. (2000) продемонстрировали безопасность применения РЧ-воздействия на полулунные створки аортального клапана при надклапанном доступе. Было установлено, что увеличение температуры на кончике абляционного электрода до 55–60°C вызывает формирование коагуляционного некроза в миокарде без повреждения полулунных створок аортального клапана.

Однако, несмотря на вышесказанное, следует осторожно использовать данную методику. Так, P. L. Friedman и соавт. (1997) описали случаи окклюзии левой коронарной артерии, в том числе с летальным исходом, при проведении радиочастотной абляции в ВОЛЖ [6].

На основании аортографии и коронарографии была описана рентгенологическая картина расположения аритмогенных зон в левом и правом синусах Вальсальвы аортального клапана [8].

Для визуализации анатомических ориентиров корня аорты и более точного определения положения абляционного электрода в синусе Вальсальвы используют также внутрисердечную эхокардиографию [9]. При этом ультразвуковой датчик находится на кончике катетера 9 Fr, который устанавливают в выводном тракте ПЖ или области межпредсердной перегородки, откуда хорошо лоцируются створки аортального клапана, и смещение электрода можно контролировать в течение всей процедуры РЧА.

В нашем исследовании аритмогенные зоны располагались у пациентов в ВОЛЖ, ближе к эндокардиальной поверхности, что позволило устранить аритмогенные очаги, используя доступы из синусов Вальсальвы аорты. Но наряду с этим встречаются пациенты с эпикардиальной локализацией аритмогенных зон, однако в этой статье указанные случаи не рассматриваются, так как способы электрофизиологической диагностики и РЧА данного вида аритмий в значительной степени отличаются от описанного нами метода устранения желудочковых аритмий из ВОЛЖ и будут предметом исследования в другой публикации.

### Материал и методы

**Характеристика пациентов.** В отделении хирургического лечения тахикардий НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН за период с 1999 по сентябрь 2004 г. были прооперированы 28 пациентов, средний возраст которых составил  $19 \pm 9,8$  года (от 11 лет до 51 года), в том числе 19 мужчин и 9 женщин. Структурные заболевания сердца были исключены у 21 пациента. 1 пациент перенес хирургическую коррекцию тетрады Фалло. Все пациенты имели зарегистрированную периодически повторяющуюся нестабильную ЖТ, характеризующуюся блокадой правой ветви пучка Гиса, вертикальную ЭОС, конфигурацию  $R/S$  в отведениях  $V_3-V_4$  и конфигурацию  $rS$  в отведениях  $V_1-V_{2,3}$ . Лекарственная терапия была неэффективна у 13 пациентов. В зависимости от места эффективной аппликации они были разделены на две группы: 1-я группа — 19 больных, которым РЧА-воздействия выполнялись в левом синусе Вальсальвы, и 2-я группа — 9 больных, которым РЧА проводилась в правом и некоронарном синусах.

Основной жалобой в обеих группах у симптомных больных являлось ощущение учащенного

сердцебиения с головокружением. Синкопальные состояния наблюдались у двух пациентов. Остальные пациенты предъявляли жалобы на головокружение, перебои в работе сердца, а в ряде случаев жалобы носили неспецифический характер. Количество неэффективных антиаритмических препаратов (ААП) составило в среднем  $3 \pm 2$ .

При суточном мониторинровании эктопический ритм составлял 60% от общего числа комплексов и был представлен короткими пробежками ЖТ (4–12 комплексов) с длительностью цикла (ДЦ) 390–650 мс, эпизодами бигеминии, а у 3-х пациентов 2-й группы наряду с частой желудочковой экстрасистолией (ЖЭС) отмечалась стабильная ЖТ с ДЦ 390–400 мс, имеющая пароксизмальный характер (рис. 1). У всех пациентов имелась склонность к брадикардии на фоне синусового ритма. Поздние потенциалы желудочков у этих пациентов не были выявлены ни в одном случае. При анализе вариабельности ритма на коротких участках синусового ритма отмечался асимметричный тип гисограммы (временной анализ) и преобладание высокочастотных составляющих (спектральный анализ), что свидетельствует о парасимпатикотонии. При проведении велоэргометрии на высоте физической нагрузки отмечалось подавление эктопической желудочковой активности.

При обследовании, включающем ЭхоКГ, иммунологические исследования, МРТ миокарда и исследование функции щитовидной железы, никаких отклонений от нормы выявлено не было. Антиаритмическая терапия (ААТ) оказалась неэффективной у 13 пациентов, 9 пациентов фармакологическое лечение не получали.

**Электрокардиографические критерии.** При анализе 12-канальной ЭКГ были выявлены следующие закономерности: у пациентов 1-й группы

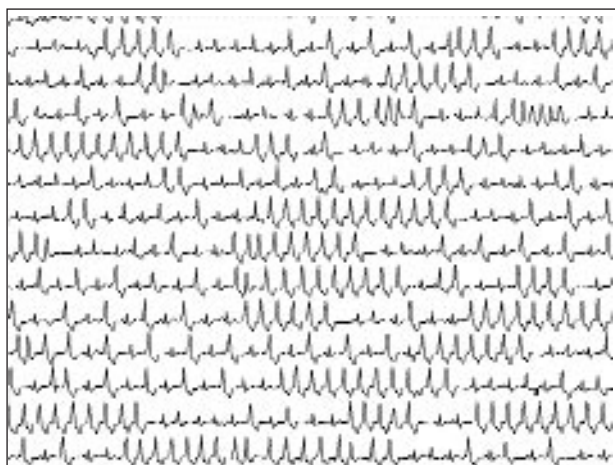
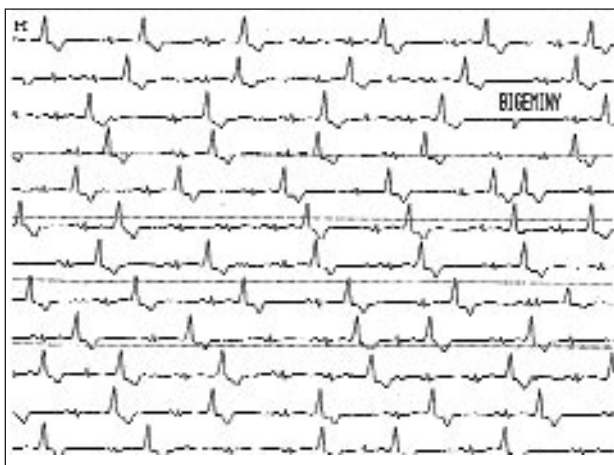


Рис. 1. Эпизоды холтеровского мониторинрования у пациентов с желудочковой аритмией из ВОЛЖ.

*а* — постоянная экстрасистолия, бигеминия у пациента с локализацией очага в левом синусе Вальсальвы; *б* — пробежки непрерывно-рецидивирующей ЖТ у пациента с локализацией очага в правом синусе Вальсальвы.

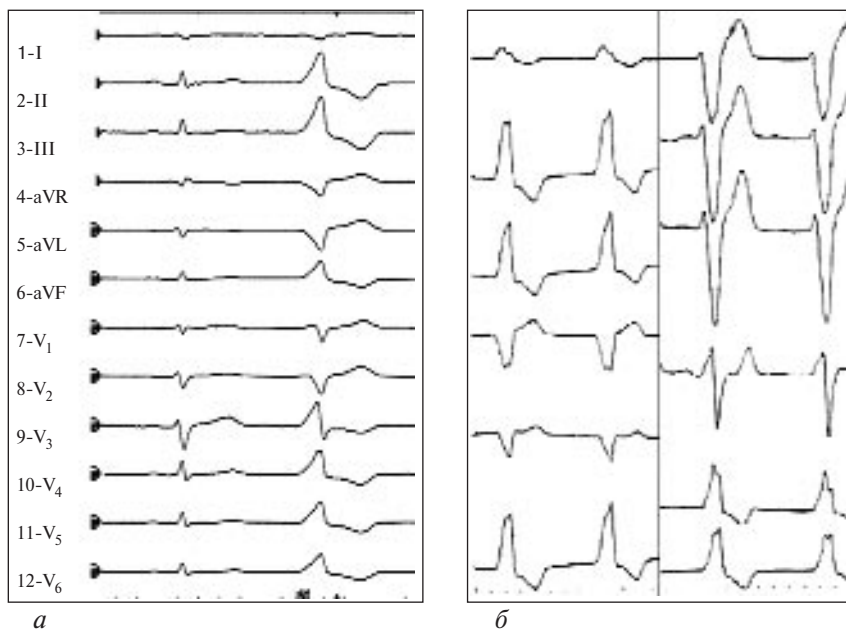


Рис. 2. Типичные ЭКГ пациентов с желудочковой тахикардией из ВОЛЖ.

*а* – локализация очага в ЛСВ: вертикальная ЭОС ( $+90^\circ/+100^\circ$ ),  $rS/RS$  в отведениях I и  $V_1-V_3$ , переходная зона в  $V_3-V_4$ ,  $R$  в  $V_4-V_6$ ,  $QRS$  – 158 мс; *б* – локализация очага ПСВ и НСВ: нормальная ЭОС ( $+60^\circ$ ),  $R/Rs$  в I,  $rS$  в  $V_1-V_3$ , переходная зона в  $V_4-V_5$ ,  $R$  в  $V_4-V_6$ ,  $QRS$  – 186 мс.

отмечалась вертикальная ЭОС ( $+90^\circ$ ),  $rS$ -морфология комплекса  $QRS$  в отведениях I и  $V_1-V_3$  с резким переходом в  $R$ -тип в отведениях  $V_3-V_4$ .

У пациентов во 2-й группе была нормальная ЭОС ( $+60^\circ$ ), выраженный двугорбый зубец  $R$  в I отведении, переходная зона в  $V_4$  (рис. 2).

**Электрофизиологическое исследование.** Электрофизиологическое исследование (ЭФИ) проводилось после отмены ААП с учетом их периода полувыведения, седация во время процедуры включала инфузию фентанила (0,5–1 мкг/кг/ч) и дормикума (0,5 мкг/кг/ч). 12 отведений ЭКГ и интракардиальные электрограммы (с фильтром 30–500 Гц) регистрировались и записывались с помощью 64-канальной системы (CardioLab 4.0, Pcus, «General Electric», USA) и хранились на оптическом диске для последующего анализа.

Программируемая стимуляция правого и левого желудочков проводилась на двух базовых ритмах путем нанесения одного или двух экстрастимулов при необходимости индукции стабильной ЖТ.

У всех пациентов отмечались частые монормфные желудочковые extrasystoles (ЖЭС) или пробежки ЖТ, что не потребовало дополнительного введения препаратов для индукции аритмии. Для диагностики использовались катетеры, проведенные через бедренную и подключичную вены и установленные в дистальных отделах венозного синуса (ВС), большой вены сердца и по ходу ВОПЖ (20-полюсный электрод). Электрод в ВС и большой вене сердца устанавливали на переднебоковую стенку, чтобы регистрировать временные параметры активации из области ВОЛЖ.

При выполнении стандартного протокола исследования данных, свидетельствующих о синдроме слабости синусового узла, не было выявлено ни у одного из больных.

**Изучение предполагаемых механизмов.** Для идентификации механизмов аритмий использовались следующие методики: индукция программируемой электрической стимуляцией с нанесением двух экстрастимулов, подавляющая *overdrive*-стимуляция, эффект вхождения (*entrainment*), стимуляционное картирование, введение препаратов – мезатона, астмопента, АТФ (10–12 мг в/в в течение 10 с).

**Эндокардиальное картирование и РЧА.** У пациентов 1-й группы наиболее ранняя зона при картировании правого желудочка выявлялась в сеп-

тальной части выводного тракта ( $-20$ – $25$  мс до начала  $QRS$ -комплекса), однако при стимуляционном картировании этой зоны не удалось получить сходную со спонтанными комплексами конфигурацию  $QRS$ -комплексов в 12 грудных отведениях ЭКГ. На электроде, установленном в дистальном отделе ВС и большой вене сердца, определялась более ранняя желудочковая активность во время аритмии ( $-25$ – $35$  мс до начала комплекса  $QRS$ ). При программируемой стимуляции из верхушки и выводного тракта ПЖ индуцировать пароксизмы ЖТ не удалось, отмечалось подавление активности эктопического очага при постоянной (*overdrive*) стимуляции с последующим рецидивом аритмии. После этого выполняли пункцию правой бедренной артерии, управляемый четырехполюсный электрод (RF Maring MC-XL, 7 Fr, «Medtronic») устанавливали в ЛСВ. Здесь отмечалась ранняя активность, и при стимуляционном картировании этой зоны удалось получить конфигурацию ЭКГ, идентичную с комплексами тахикардии в 12 отведениях ЭКГ.

У пациентов 2-й группы зоны ранней активации при картировании правого желудочка определялись в области, прилегающей к митрально-трикуспидальному контакту, а на электрограмме регистрировался спайк пучка Гиса. В этой зоне опережение до начала комплекса  $QRS$  составило более 40 мс. При проведении пробных РЧ-воздействий в зоне, прилежащей к пучку Гиса, наблюдался временный эффект и возникновение узлового ритма. После прекращения воздействия аритмия возобновлялась.



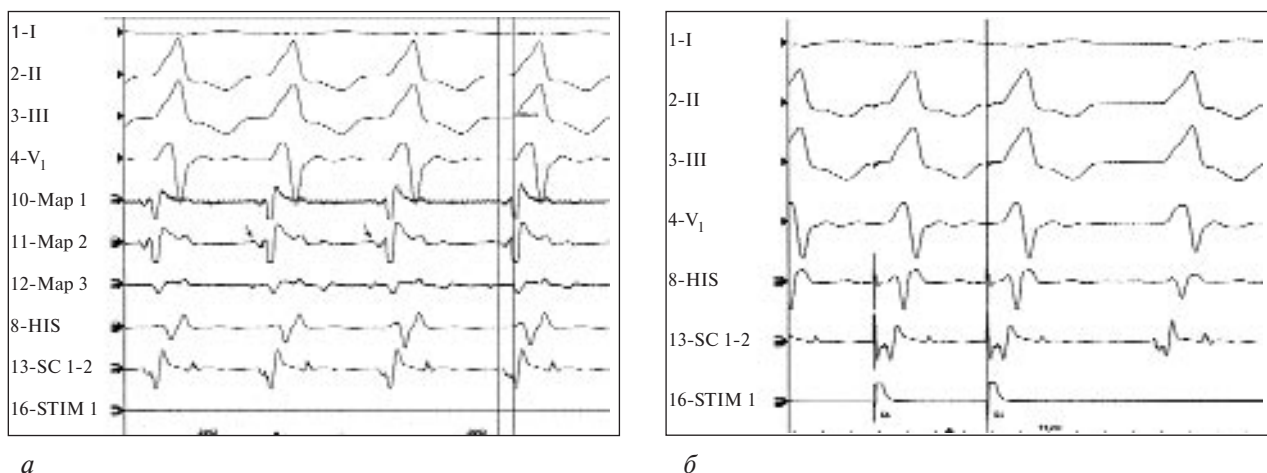


Рис. 3. Критерии эффективной РЧА в левом синусе Вальсальвы аортального клапана.

*a* – I, II, III, V<sub>1</sub> – отведения поверхностной ЭКГ; MAP 1, MAP 2 – электрограмма с картирующего электрода, установленного в зоне эффективной РЧА, опережение –56 мс от начала комплекса QRS; HIS – электрограмма с электрода, проведенного в область HIS/ПЖ; CS – электрограмма с дистального полюса электрода в коронарном синусе; STIM – стимуляционный канал; *б* – положительное стимуляционное картирование: идентичность стимуляционных и спонтанных комплексов. I, II, III, V<sub>1</sub> – отведения поверхностной ЭКГ; HIS – электрограмма с электрода, проведенного в область HIS/ПЖ; CS – электрограмма с дистального полюса электрода в коронарном синусе; STIM – стимуляционный канал.

С целью точного определения позиции управляемого электрода через вторую бедренную артерию вводили катетер Jadcins (правый или левый, в зависимости от результатов предшествующего картирования) в устье левой (ЛКА) или правой коронарной артерии (ПКА) и проводили селективную коронарографию. В связи с опасной близостью абляционного катетера к устью КА воздействия проводились под постоянным рентге-

новским контролем, во избежание смещения катетера в коронарную артерию (рис. 3, 4).

После воздействия проводилась программируемая и постоянная стимуляция на фоне внутривенного введения симпатомиметиков, при этом аритмию индуцировать не удавалось. Заключительным этапом операции являлась контрольная коронарография, при которой стенозы левой или правой коронарных артерий не выявлялись.

После процедуры выполняли эхокардиографическое исследование, при котором не было обнаружено каких-либо признаков недостаточности аортального клапана или выпота в полости перикарда. Определение уровня фермента креатинфосфокиназы (КФК) в крови во время процедуры и через 6, 12, 24, 48 часов и через 3 и 6 мес после процедуры выявило незначительное повышение общей КФК и МВ-фракции КФК (не более 9%). При холтеровском мониторировании через неделю после устранения очага тахикардии не было зарегистрировано ни одной желудочковой экстрасистолы.

### Результаты и обсуждение

У больных с желудочковыми аритмиями из ВОЛЖ в 1-й группе зона ранней активации составила –45–68 мс до начала QRS-комплекса и находилась на расстоянии  $13,7 \pm 4$  мм от ЛКА в левом синусе Вальсальвы. Здесь проводили первое, пробное радиочастотное воздействие. Как правило, эффект в виде исчезновения ЭС наступал на первых секундах РЧА. Среднее время воздействия составило 2 мин при температуре 50–56°C и мощности 30–40 Вт.

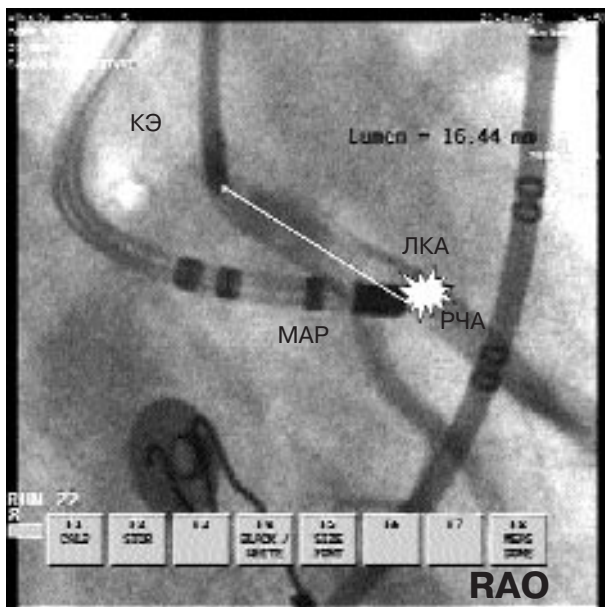


Рис. 4. Эффективная РЧА в левом синусе Вальсальвы аортального клапана.

MAP – абляционный электрод расположен в месте РЧА в контрастированном левом синусе Вальсальвы; КЭ – контрастный электрод в левой коронарной артерии; РЧА – место эффективной абляции (16 мм – расстояние от устья ЛКА до места эффективной абляции).

У 9 пациентов отмечался небольшой потенциал («предспайк»), предшествующий желудочковому комплексу на 10–30 мс, вероятно, отражающий локальную активность измененного миокарда. Кроме этого, у трех пациентов на синусовом ритме отмечался и «постспайк», который не был связан со спайком пучка Гиса и экстрасистолой и стабильно повторялся после комплекса *QRS* через равные интервалы времени. Интервал сцепления между этой скрытой активностью и ЭС был одинаковым. Природу и генез данного феномена нам установить не удалось, возможно, он показывает скрытую локальную автоматическую или триггерную активность данной зоны с эффектом «exit blok» или мезодиастолическую позднюю активность, как это бывает у больных с риентри ЖТ в случае наличия зон фиброзно-измененного миокарда (рис. 5).

У пациентов во 2-й группе зона ранней активации находилась на расстоянии  $16,4 \pm 7$  мм от ПКА в правом или некоронарном синусах, в зависимости от степени удаленности от устья КА. Среднее время РЧА составило 3 мин при температуре  $56-60^\circ\text{C}$  и мощности 20–40 Вт.

Следует заметить, что при установке картирующего электрода в области некоронарного синуса, как правило, регистрировалась гисограмма и существовал риск возникновения АВ-блокады. Поэтому воздействия производились при отсутствии

на электрограмме спайка пучка Гиса и если опережение в этой зоне локальной активности от начала комплекса *QRS* составляло  $-55-60$  мс и имелось 100%-ное совпадение морфологии комплексов *QRS* при стимуляционном картировании (рис. 6, 7).

Механизм риентри был установлен у трех пациентов. У остальных пациентов механизм аритмий не был связан с риентри. Учитывая ряд признаков: различный интервал сцепления с ЭС, невозможность индукции программируемой стимуляцией, отсутствие реакции на введение АТФ, у 12 пациентов с ЖТ из ВОЛЖ механизм аритмии можно связать с аномальным автоматизмом. Однако этот вопрос требует дальнейшего изучения и уточнения.

Эффективность процедуры РЧА в обеих группах больных составила 100%, и в послеоперационном периоде не потребовалось приема ААП.

### Выводы

1. Наличие характерных ЭКГ-признаков позволяет с высокой точностью диагностировать желудочковые аритмии из ВОЛЖ в дооперационном периоде.
2. Во время проведения радиочастотного воздействия необходимо точно определить местонахождение аблационного катетера — для достижения этой цели обязательным условием является

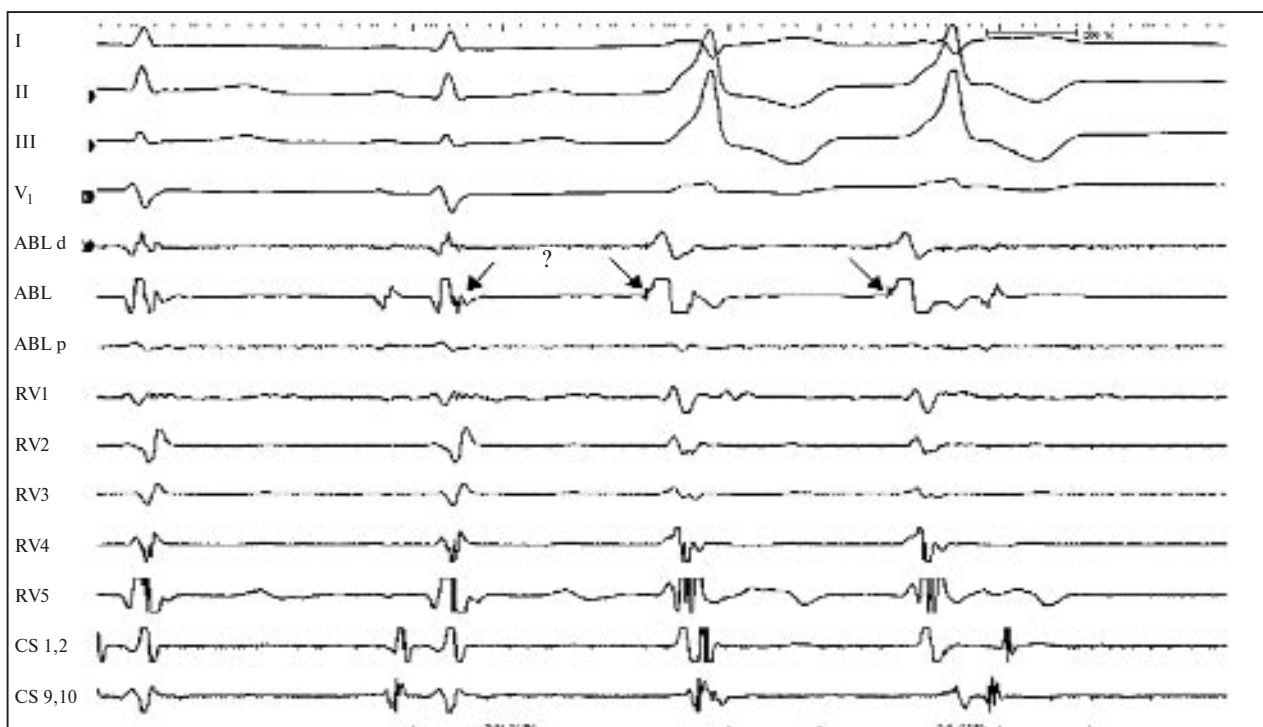


Рис. 5. «Спайковая» активность в момент спонтанной левожелудочковой активности.

I, II, III,  $V_1$  — отведения поверхностной ЭКГ; ABL 1–3 — электрограмма с картирующего электрода, на фоне экстрасистолы отмечена изолированная спайковая активность; CS 1–2, 9–10 — электрограмма с дистального и проксимального полюсов электрода в коронарном синусе; RV 1–5 — электрограмма с электрода, проведенного в выводной отдел правого желудочка. Стрелками отмечена «спайковая» активность.

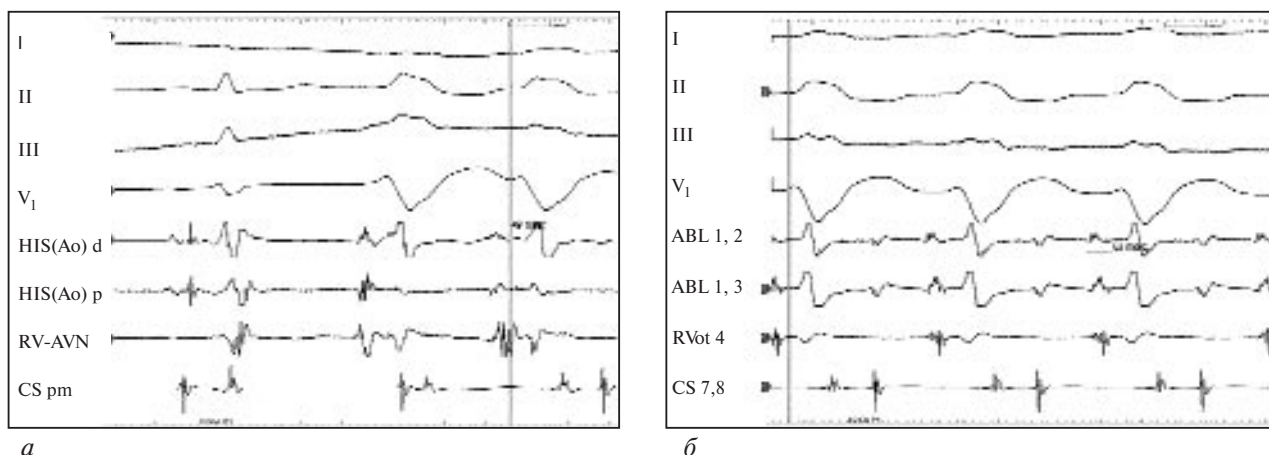


Рис. 6. РЧА в некоронарном синусе Вальсальвы аортального клапана.

*a* – I, II, III, V<sub>1</sub> – отведения поверхностной ЭКГ; HIS – электрограмма с картирующего электрода, установленного в некоронарном синусе Вальсальвы, регистрируется гисограмма, опережение составляет –49 мс; RV – электрограмма с электрода, проведенного в правый желудочек; CS – электрограмма с электрода в коронарном синусе; *б* – I, II, III, V<sub>1</sub> – отведения поверхностной ЭКГ; ABL – электрограмма с картирующего электрода, установленного в некоронарном синусе Вальсальвы в месте эффективной РЧА, опережение составляет –62 мс; RV – электрограмма с электрода, проведенного в правый желудочек; CS – электрограмма с электрода в коронарном синусе.

проведение коронарографии перед началом процедуры РЧА.

3. Чтобы не допустить возможного смещения катетера, РЧА должна производиться под постоянным рентгеноскопическим контролем, при этом можно периодически вводить контраст в устье коронарной артерии.

4. При манипуляциях электродом в области некоронарного синуса необходимо тщательный анализ электрограммы вследствие опасности повреждения проводящей системы.

5. Температура воздействия не должна превышать 60°C, а общее время воздействия не должно превышать 2–3-х минут.

6. Для выявления возможных изменений в устье коронарных артерий после окончания процедуры необходимо провести коронарографию.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бокерия Л. А., Ревиевский А. Ш., Кабаев У. Т. и др. Идиопатическая желудочковая тахикардия из выводного отдела левого желудочка (обзор) // Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. – 2003. – Т. 4, № 4. – С. 21.
2. Ревиевский А. Ш., Рзаев Ф. Г., Носкова М. В. Особенности топической диагностики и результаты РЧА левожелудочковых тахикардий из области синуса Вальсальвы // Progr. Biomed. Res. – 2002. – Т. 7. – С. 55.
3. Arruda M., Chandrasekaran K., Reynolds D. et al. Idiopathic epicardial outflow tract ventricular tachycardia: Implications for RF catheter ablation (Abstract) // PACE. – 1996. – Vol. 19. – P. 611.
4. Callans D. J., Menz V., Schwartzman D. et al. Repetitive monomorphic tachycardia from the left ventricular outflow tract: Electrocardiographic patterns consistent with a left ventricular site of origin // J. Amer. Coll. Cardiol. – 1997. – Vol. 29. – P. 1023–1027.
5. Fabian T., Cecchin F. Idiopathic left ventricular outflow tract tachycardia in children (Abstract) // PACE. – 1998. – Vol. 21. – P. 834.
6. Friedman P. L., Stevenson W. G., Bitti J. A. et al. Left main coronary artery occlusion during radiofrequency catheter ablation of idiopathic outflow tract ventricular tachycardia (Abstract) // Ibid. – 1997. – Vol. 20. – P. 1184.
7. Inden Y., Usui A., Akaoshi M. et al. Influence of radiofrequency ablation of Valsalva's sinus: A new approach to idiopathic ventricular tachycardia originating from the left ventricle adjacent to Valsalva's sinus (Abstract) // Ibid. – 1997. – Vol. 20. – P. 1205.
8. Kamakura S., Shimizu W., Matsuo K. et al. Localization of optimal ablation site of idiopathic ventricular tachycardia from right and left ventricular outflow tract by body surface ECG // Circulation. – 1998. – Vol. 98. – P. 1525–1533.
9. Lamberti F., Calo L., Pandozi C. et al. Radiofrequency catheter ablation of idiopathic left ventricular outflow tract tachycardia: Utility of intracardiac echocardiography // J. Cardiovasc. Electrophysiol. – 2001. – Vol. 12, № 5. – P. 529.
10. Lerman B. B., Stein K. M., Markowitz S. M. et al. Mechanism of idiopathic left ventricular tachycardia // Ibid. – 1997. – Vol. 8. – P. 571–583.

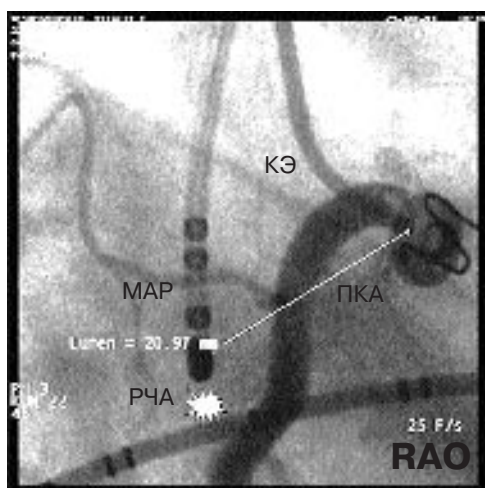


Рис. 7. Эффективная РЧА в некоронарном синусе Вальсальвы аортального клапана.

MAP – абляционный электрод расположен в области РЧА в контрастированном некоронарном синусе Вальсальвы; КЭ – контрастный электрод в правой коронарной артерии; РЧА – эффективное место абляции (20,97 мм – расстояние от места эффективной РЧА до устья ПКА).

- 
11. *Markowitz S. M., Litvak B. L., Ramirez E. A.* et al. Adenosine-sensitive ventricular tachycardia: Right ventricular abnormalities delineated by magnetic resonance imaging // *Circulation*. – 1997. – Vol. 96. – P. 1192–1200.
  12. *Shimoike E., Ohba Y., Yanagi N.* et al. Radiofrequency catheter ablation of left ventricular outflow tract tachycardia: Report of two cases // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* – 1998. – Vol. 9. – P. 196–202.
  13. *Stellbrink C., Diem B., Schauerte P.* et al. Transcoronary venous radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia // *Ibid.* – 1997. – Vol. 8. – P. 916–921.
  14. *Tsuboi N., Ito T., Yamada T.* et al. Idiopathic ventricular tachycardia originating from the left sinus of Valsalva: Implications for radiofrequency catheter ablation (Abstract) // *PACE*. – 1997. – Vol. 20. – P. 1089.
  15. *Varma N., Josephson M. E.* Therapy of «idiopathic» ventricular tachycardia // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* – 1997. – Vol. 8. – P. 104–116.
  16. *Yeh S. J., Wen M. S., Wang C. C.* et al. Adenosine-sensitive ventricular tachycardia from the anterobasal left ventricle // *J. Amer. Coll. Cardiol.* – 1997. – Vol. 30. – P. 1339–1345.