

## Первый отечественный опыт радиочастотной катетерной абляции с помощью роботизированной системы магнитной навигации по поводу нарушений ритма сердца

В.Н. АРДАШЕВ, А.В. АРДАШЕВ, Е.Г. ЖЕЛЯКОВ, А.А. ШАВАРОВ, М.С. РЫБАЧЕНКО, Л.А. КОШЕЕВА

Главный клинический госпиталь им. Н.Н. Бурденко, 105229 Москва, Госпитальная пл., 3

### First in Russia Experience of Radiofrequency Ablation With the Help of Robotic System of Magnetic Navigation on the Occasion of Heart Rhythm Disturbances

V.N. ARDASHEV, A.V. ARDASHEV, E.G. ZHELYAKOV, A.A. SHAVAROV, M.S. RYBATCHENKO, L.A. KOSHCHEEVA

N.N. Burdenko Central Military Hospital; Gospitalnaya pi. 3, 105229 Moscow, Russia

Представлен первый отечественный опыт интервенционного лечения 15 пациентов (11 мужчин, 4 женщины; средний возраст  $34,2 \pm 13,9$  года), которым были выполнены операции эндокардиального электрофизиологического исследования (эндоЭФИ) и радиочастотной абляции (РЧА) с помощью роботизированной системы магнитной навигации по поводу различных нарушений ритма сердца: синдромом WPW и атриовентрикулярная реципрокная тахикардия были верифицированы у 8 пациентов (2 женщины), желудочковые нарушения ритма у 4 (2 женщины), атриовентрикулярная узловая реципрокная тахикардия у 3. РЧА была эффективна во всех случаях, что было подтверждено в ходе контрольного протокола эндоЭФИ. Осложнений, связанных с проведением процедуры, не отмечено. Средняя продолжительность операции составила  $82 \pm 32$  мин, средняя продолжительность РЧ-аппликаций —  $3,2 \pm 1,1$  мин. Средняя длительность флюороскопического воздействия на пациента и врача составила  $22 \pm 4$  и  $3 \pm 1$  мин, соответственно. У одного пациента с синдромом WPW на 2-е сутки после операции возник рецидив антероградного проведения по правому переднесепальному добавочному атриовентрикулярному соединению (ДАВС). Повторная сессия с использованием мануальной методики ирригационной РЧА привела к стойкой элиминации проведения по ДАВС. В остальных случаях рецидивов нарушений ритма не наблюдалось за период наблюдения  $10,2 \pm 1,2$  мес в отсутствие поддерживающей антиаритмической терапии. Использование роботизированной системы магнитной навигации для проведения картирования и РЧА является высокоэффективным и безопасным методом лечения больных с различными нарушениями ритма сердца, позволяющим значительно уменьшить лучевую нагрузку на оперирующего врача.

*Ключевые слова:* нарушения ритма сердца, радиочастотная абляция, магнитная навигация

**First in Russia Experience of Radiofrequency Ablation With the Help of Robotic System of Magnetic Navigation on the Occasion of Heart Rhythm Disturbances** We present first in Russia experience of interventional treatment of 15 patients (11 men, 4 women, mean age  $34.2 \pm 13.9$  years) in whom operations of endocardial electrophysiological study (endoEPS) and radiofrequency ablation (RFA) with the help of robotic system of magnetic navigation were carried out because of various disturbances of cardiac rhythm. WPW syndrome and atrioventricular reciprocal tachycardia was verified in 8 patients (in 2 women), ventricular disturbances of rhythm — in 4 (2 women), atrioventricular nodal reciprocal tachycardia in 3. RFA was effective in all cases what was confirmed in the course of control protocol of endoEPS. Complications related to the conduction of the procedure were not noted. Average duration of the operation was  $82 \pm 32$  min, mean duration of RF application —  $3.2 \pm 1.1$  min. Average duration of fluoroscopic exposure of a patient and physician was  $22 \pm 4$  min and  $3 \pm 1$  min, respectively. In 1 patient with WPW syndrome recurrence of anterograde conduction along right anterior-septal accessory atrioventricular pathway (AAP) emerged on the second day after operation. Repeat session with the use of manual technique of irrigation RFA lead to persistent elimination of conduction along AAP. In other cases no recurrences of cardiac rhythm disturbances were observed during  $10.2 \pm 1.2$  months of follow up in the absence of antiarrhythmic maintenance therapy. The use of robotic system of magnetic navigation for mapping and RFA is highly effective and safe method of treatment of patients with various disorders of cardiac rhythm allowing to lessen significantly radiation burden on the operating physician.

*Key words:* disorders of heart rhythm; radiofrequency ablation; magnetic navigation.

Методика радиочастотной катетерной абляции является высокоэффективным методом лечения многих нарушений ритма сердца [1–4]. Тем не менее эффективность и продолжительность этих процедур могут ограничиваться мануальными навыками оператора и относительной жесткостью применяемыми в настоящее время абляционных электродов. Эти факторы нередко играют ключевую роль при достижении оптимального положения картирующего электрода в точках интереса. Появившиеся относительно недавно системы магнитной навигации позволяют успешно преодолевать перечисленные трудности, связанные с точным позиционированием абляционного электрода. Деструктирующие электроды, применяемые в этих

системах, характеризуются чрезвычайной мягкостью и подвижностью, что позволяет позиционировать и стабильно удерживать их в любых отделах сердца. При этом мануальные навыки оператора не имеют определяющего значения [5–10].

В основе управления электродами с помощью этих систем лежит возможность изменения вектора магнитного поля в грудной клетке пациента. При этом происходит изменение положения электрода, находящегося в сердце. Система магнитной навигации NIOBE (Stereotaxis, США) состоит из 2 магнитов, расположенных в рентгенооперационной по обе стороны стола, слева и справа от пациента. После того как магниты устанавливаются в рабочее положение в области грудной клетки пациента, создается относительно однородное магнитное поле (0,8 Т) (рис. 1). Изменение вектора магнитного поля, осуществляемое оператором, приводит к изменению положения дистального кончика абляционного

© Коллектив авторов, 2007

© Кардиология, 2007

Kardiologiya 2007; 9:&–&

электрода в камерах сердца. Деструктурирующий электрод, используемый для проведения картирования и радиочастотной абляции (РЧА), характеризуется мягкостью и высокой степенью свободы движения во всех плоскостях, что позволяет устанавливать его в любых труднодоступных областях сердца, изменяя направление магнитного вектора. Управление электродом осуществляется с помощью джойстика и/или компьютерной мыши из смежного с операционной помещения, в котором располагается панель управления всей системой, что в значительной степени снижает уровень лучевой нагрузки, получаемой врачом [6, 9, 11].

Мы представляем первый отечественный опыт использования системы магнитной навигации для проведения РЧА у пациентов с различными видами нарушений ритма сердца.

Цель исследования заключалась в оценке эффективности и безопасности РЧА, выполняемой с помощью системы магнитной навигации NIOBE, а также оценке общей продолжительности процедуры и длительности лучевого воздействия на пациента и врача.

## Материал и методы

**Характеристика пациентов.** С января по сентябрь 2006 г. в Главном военном клиническом госпитале им. акад. Н.Н. Бурденко 15 пациентам (4 женщины), средний возраст которых составил  $34,2 \pm 13,9$  года, были выполнены операции эндокардиального электрофизиологического исследования (эндоЭФИ) и РЧА с помощью системы магнитной навигации NIOBE (Stereotaxis, США) по поводу различных нарушений ритма: синдрома WPW и атриовентрикулярной (АВ-) реципрокной тахикардии (АВРТ) у 8 пациентов (2 женщины), желудочковых нарушений ритма (ЖНР) у 4 пациентов (2 женщины), атриовентрикулярной узловой реципрокной тахикардии (АВУРТ) в 3 случаях. Операции эндоЭФИ и РЧА выполняли после подписания пациентом информированного согласия и при отсутствии противопоказаний к использованию системы магнитной навигации (наличие имплантированных устройств, клапанных протезов).

**Эндокардиальное электрофизиологическое исследование.** Во время процедуры эндоЭФИ и РЧА анестезиологическое пособие проводилось с использованием метода сочетанной анестезии. Антиаритмические препараты были отменены за 30 сут до проведения операции. Под местной анестезией 0,5% раствором новокаина по методике Сельдингера выполняли катетеризацию правой и левой бедренных вен и/или артерий, левой подключичной вены. Через интродьюсер 8 Fr, установленный в левой подключичной вене, декаполярный диагностический электрод (Medtronic, Marinr, Mpls, США) проводили в коронарный синус. Через трипорт, установленный в левой бедренной вене, триквадриполярных диагностических катетера 5–6 Fr (Medtronic, Cardiorhythm, Mpls, США) размещали в верхушке правого желудочка, в ушке правого предсердия и в области пучка Гиса. Мониторингирование 12 отведений поверхностной ЭКГ, внутрисердечных биполярных электрограмм (ЭГ) с электродных пар диагностических катетеров осуществляли с помощью ЭФ-системы Sensis (Siemens, Германия). Для проведения диагностического протокола электрокардиостимуляции использовали наружный электрокардиостимулятор UHS-20 (Biotronik, Германия) с установленной длительностью импульса 2 мс.

Протокол эндоЭФИ при *суправентрикулярных тахикардиях* (СВТ) включал в себя определение значений антероградного эффективного рефрактерного периода АВ-соединения, точки Венкебаха, режима индукции и купирования тахикардии, методику введения синхронизированного желудочкового экстрасимула из верхушки правого желудочка и парагисальную стимуляцию для верификации и дифференциальной диагностики суправентрикулярных тахиаритмий (АВРТ и АВУРТ).

Протокол эндоЭФИ при *желудочковых нарушениях ритма* включал в себя определение режима индукции и купирования ЖНР, проведение провокационных проб со статической физической нагрузкой и выполнение фармакологических тестов с изопроterenолом, который вводили внутривенно из расчета 1–5 мкг/кг/мин для индукции клинических ЖНР.



Рис. 1. Вид рентгеноперационной и пульта управления системой магнитной навигации NIOBE.

а — магниты (слева и справа от операционного стола) в неактивном положении; б — пульт управления системы магнитной навигации, расположенный в предоперационной.

Для проведения РЧА использовали триполярный абляционный электрод с возможностью контроля по температуре и межэлектродным расстоянием 2 мм и величиной деструктирующего наконечника 4 мм (4-2-2 мм, Helios TM). У пациентов с АВУРТ РЧ-воздействия наносили в области регистрации потенциалов “медленной” части АВ-соединения. Оптимальной точкой для нанесения РЧ-апликации у пациентов с синдромом WPW являлись верификация феномена “слияния” предсердного и желудочкового компонента на биполярной ЭГ, регистрируемой с дистальной пары абляционного электрода как на фоне синусового ритма (при манифестирующем синдроме WPW), так и во время АВРТ или асинхронной и/или программируемой стимуляции желудочков. У больного с желудочковой тахикардией (ЖТ) по механизму re-entry по ножкам пучка Гиса РЧ-воздействие осуществляли в области регистрации потенциала правой ножки пучка Гиса (ПНПГ). У пациентов с ЖНР из области выходного тракта правого и левого желудочка точку для РЧ-апликации верифицировали методом активационного и стимуляционного картирования [2—4, 11].

**Позиционирование абляционного электрода с помощью системы магнитной навигации.** Существующие в настоящее время абляционные электроды для магнитной навигации являются неорошаемыми, что ограничивает их применение для лечения ряда аритмий (фибриляция предсердий, трепетание предсердий, ишемические желудочковые нарушения ритма). В частности, для проведения эффективной РЧА по поводу типичного трепетания предсердий необходимо создание двунаправленного блока проведения по нижнему перешейку в правом предсердии (участок между кольцом трикуспидального клапана и нижней поллой веной). Решение этой задачи возможно, как правило, только при использовании орошаемого электрода, способного создать глубокое и стойкое повреждение в нижнем перешейке.

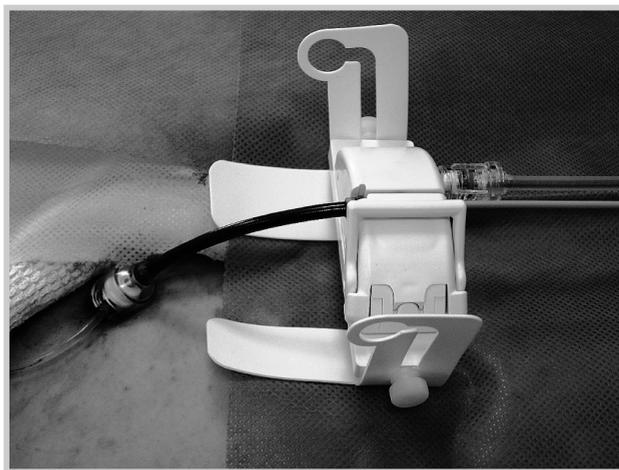
Для регистрации эндокардиальных ЭГ используют 3 электродных полюса, расположенных на расстоянии 2 мм друг от друга. РЧ-воздействие осуществляют в области дистального полюса (4 мм) деструктирующего электрода, вводимого через интродьюсер диаметром 8 Fr, установленный в правой бедренной вене или артерии (при локализации аритмогенного субстрата в левых отделах сердца). Абляционный электрод соединяли с системой пошагового (от 1 до 3 мм) механического продвижения электрода (Cardiodrive) (рис. 2), и дальнейшее его управление осуществляли под рентгеновским контролем с помощью этой системы (Cardiodrive), а также посредством изменения вектора магнитного поля системы NaviSphere (рис. 3), находящейся на панели управления оператора в предоперационной. Позиционирование электрода в точку интереса осуществлялось с помощью джойстика и/или компьютерной “мыши” (рис.1, 3).

Для проведения деструктирующего электрода через аортальный клапан (ретроградный доступ) использовали 3-этапный алгоритм. На первом этапе под рентгеновским контролем с помощью системы Cardiodrive дистальный кончик электрода продвигали непосред-

ственно к аортальному клапану. Второй этап заключался в том, что с помощью изменения вектора магнитного поля кончик деструктирующего электрода отклоняли в направлении устья правой коронарной артерии, создавая тем самым петлю, необходимую для прохождения аортального клапана в ретроградном направлении. На третьем этапе сформированную петлю проводили в полость левого желудочка с помощью системы Cardiodrive [12].

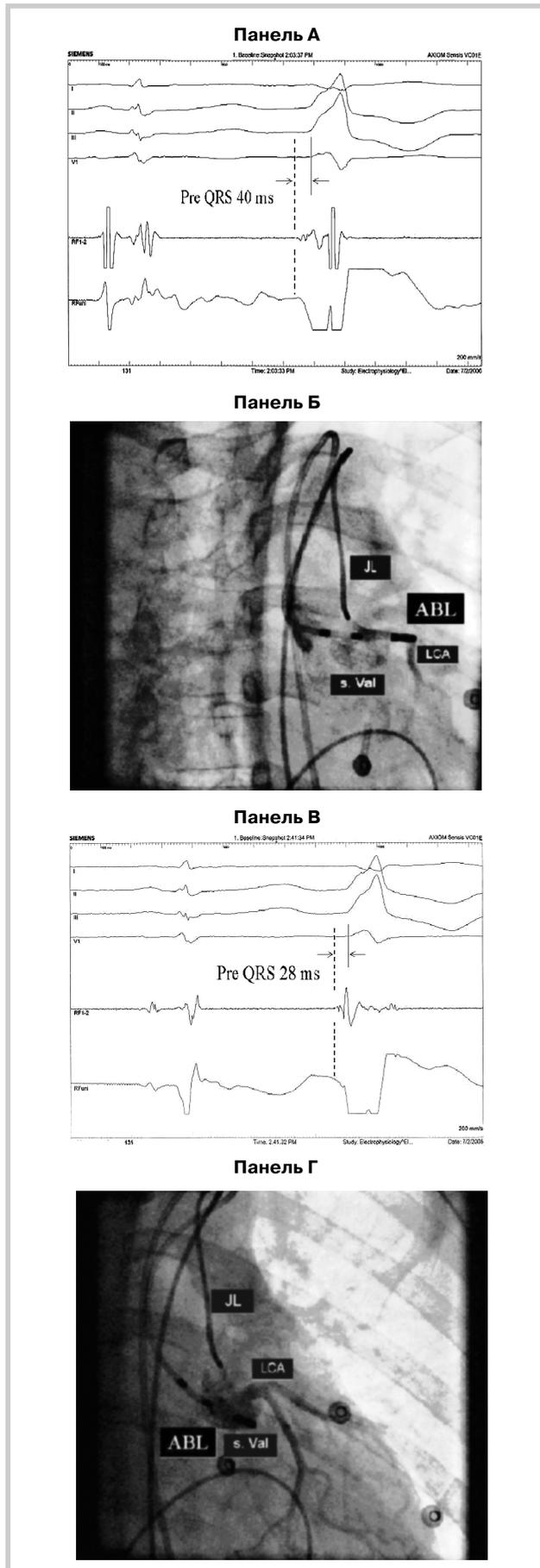
**Радиочастотная абляция.** Регистрацию внутрисердечных биполярных и униполярных ЭГ с электродных пар абляционного электрода осуществляли с помощью ЭФ-системы Sensis (Siemens, Германия) с установленными диапазонами фильтрации 30—500 и 1—400 Гц для биполярного и униполярного сигналов соответственно. Для регистрации униполярного сигнала дистальный кончик деструктирующего электрода соединяли с анодом (+), а индифферентным электродом являлся объединенный вильсоновский электрод. РЧА осуществлялись с помощью деструктора Atrakr II (Medtronic, Mpls, США) с установленным пределом по мощности 45 Вт на основании общепринятых критериев оптимального картирования (рис. 4) [2—4, 11].

Клиническое наблюдение после РЧА. После операции все пациенты не принимали антиаритмические средства. Клиническое наблюдение заключалось в оценке жалоб пациента, проведении физикального осмотра, регистрации ЭКГ в 12 отведениях, выполнении 24-часового мониторирования ЭКГ (у 4 пациентов с ЖНР) и оценки качества жизни через 2, 6 и 12 мес после выполнения РЧА.



**Рис. 3. Пользовательский интерфейс системы магнитной навигации NIOBE.**

На рисунке представлен пример позиционирования абляционного электрода в точку оптимального картирования у больного К., 38 лет с манифестирующим синдромом WPW, правым заднесептальным добавочным атриовентрикулярным соединением. В верхней части рисунка расположены рентгеновские стоп-кадры сердца, отображающие положение абляционного и диагностических электродов в левой (вверху слева) и правой (вверху справа) косых проекциях (24° и 32° соответственно). В нижней части рисунка представлено трехмерное схематичное изображение правого предсердия в левой (внизу слева) и правой (внизу справа) косых рентгенологических проекциях и направление магнитного вектора (стрелка). Изменяя с помощью компьютерной “мыши” направление магнитного вектора (зеленая стрелка), перемещают картирующий электрод внутри сердца (функционирование системы NaviSphere).



## Результаты

Результаты эндокардиального электрофизиологического исследования. В ходе эндоЭФИ у 8 пациентов был диагностирован синдром WPW (2 женщины): левое латеральное дополнительное АВ-соединение (ДАВС) было верифицировано в 6 случаях (из них в 2 — скрытое ДАВС), и в оставшихся 2 случаях ДАВС были локализованы справа в передне- и заднесепталных отделах соответственно. Диагноз типичной формы АВУРТ был установлен у 3 пациентов (1 женщина). Эндо ЭФИ и РЧА по поводу ЖНР проводились в 4 случаях; из них в 2 аритмогенный очаг был локализован в выходном тракте правого желудочка, в одном случае - в области левого синуса Вальсальвы (см. рис. 4) и еще у одного пациента был установлен диагноз ЖТ по механизму re-entry по ножкам пучка Гиса (bundle branch re-entry) и выполнена РЧА ПНПГ.

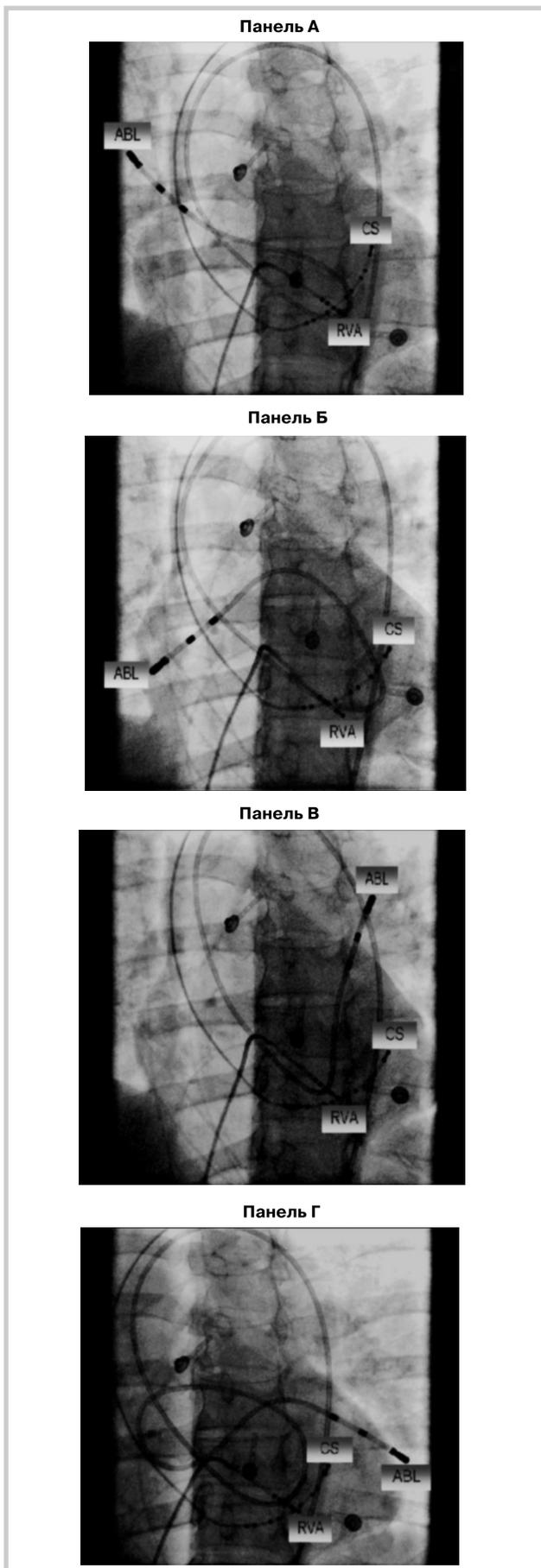
**Позиционирование абляционного электрода с помощью системы магнитной навигации.** Во всех 15 случаях абляционный электрод удалось позиционировать в области интереса с помощью системы магнитной навигации. На рис. 2 и 4 приведены примеры, демонстрирующие положение абляционного электрода на рентгеновских стоп-кадрах, направление вектора магнитного поля и ЭГ в точках эффективного РЧ-воздействия у пациента с синдромом WPW и у больного с ЖНР, локализующимися в левом синусе Вальсальвы.

Во всех случаях (6 пациентов) использование ретроградного доступа через аортальный клапан для картирования левосторонних ДАВС было возможным и позволило позиционировать абляционный электрод в левых отделах сердца [2]. В этих случаях проведении абляционного электрода в левые камеры сердца предшествовало внутривенное болюсное введение 5000 ед. гепарина.

**Радиочастотная абляция.** РЧА во всех случаях приводила к устранению нарушений ритма, что было подтверждено в ходе контрольного протокола эндоЭФИ, проводимого на протяжении не менее 30 мин после эффективной РЧ-апликации. Осложнений, связанных с проведением процедуры эндоЭФИ и РЧА, не было отмечено ни в раннем, ни в отдален-

**Рис. 4.** Аритмогенная диспазия правого желудочка и частая желудочковая экстрасистолия из области левого синуса Вальсальвы у больной Т., 28 лет (эндограммы и рентгенологические иллюстрации, полученные в ходе проведения процедуры эндоЭФИ и РЧА желудочковой экстрасистолии в области левого синуса Вальсальвы).

А и В сверху вниз — отведения I, II, III, IV-ЭКГ, биполярная (RF1-2) и униполярная (RFun1) эндограммы с дистальной пары абляционного электрода; Б и Г — рентгеновские стоп-кадры в правой косои проекции 28°, отображающие положение диагностического катетера (JL) и абляционного электрода (ABL) во время контрастирования левого синуса Вальсальвы (s. Val.) и левой коронарной артерии (LCA). На фоне частой ЖЭ оптимальная точка активационного картирования была верифицирована в проксимальных отделах ствола левой коронарной артерии, где интервал пре-QRS составлял 40 мс (А и Б). Обратите внимание, что дистальный кончик деструктирующего электрода находится в стволе левой коронарной артерии. РЧ-воздействие в этой области было сопряжено с высоким риском развития угрожающих жизни осложнений. Тщательное картирование в области левого синуса Вальсальвы позволило верифицировать участок, находящийся в 7 мм от устья левой коронарной артерии, где величина интервала пре-QRS составляла 28 мс (В и Г). РЧА в этой области привела к устранению ЖЭ.



ном послеоперационных периодах. Средняя продолжительность процедуры составила  $82 \pm 32$  мин, средняя продолжительность РЧ-аппликаций —  $3,2 \pm 1,1$  мин; средняя продолжительность лучевого воздействия на пациента и на врача —  $22 \pm 4$  и  $3 \pm 1$  мин соответственно.

**Клиническое наблюдение после РЧА.** У одного пациента с синдромом WPW на 2-е сутки после операции возник рецидив антероградного проведения по правому переднесептальному ДАВС. Повторная сессия с использованием мануальной методики ирригационной РЧА привела к стойкому устранению проведения по ДАВС. В остальных случаях рецидивов нарушений ритма не наблюдалось за период наблюдения  $10,2 \pm 1,2$  мес в отсутствие поддерживающей антиаритмической терапии.

### Обсуждение

Представлен первый отечественный опыт использования системы магнитной навигации для проведения РЧА у пациентов с различными видами тахиаритмий. Следует отметить, что в настоящее время эта система единственная, существующая на постсоветском пространстве и одна из 4 систем этого класса в Европе. Анализ публикаций, посвященных данному методу, и наш собственный опыт позволяет предположить, что в будущем широкое применение этой методики позволит значительно оптимизировать проведение операций РЧА у пациентов с различными нарушениями ритма сердца. Высокая степень управляемости применяющихся абляционных электродов позволяет адекватно позиционировать их в любых отделах сердца. Так, в частности, используя ретроградный доступ, мы смогли разместить абляционный электрод в легочных венах, ушке левого предсердия. Этот факт подразумевает возможность проведения РЧА по поводу фибрилляции предсердий с использованием ретроградного доступа для проведения деструктирующего электрода в левое предсердие с помощью системы магнитной навигации [9, 11, 12] (рис. 5).

Единственная представленная на данный момент в мировой литературе работа предусматривает возможность проведения РЧА по поводу фибрилляции предсердий только в условиях трансептального пункционного доступа [9].

Немаловажным достоинством магнитной навигации является значительное сокращение времени лучевого воздействия на врача. Об этом свидетельствуют как полученные нами результаты, так и данные ряда

**Рис. 5.** Манифестирующий синдром WPW, левым латеральным добавочным атриовентрикулярным соединением у больной А., 41 года, у которой при проведении картирования ДАВС удалось провести абляционный электрод (ABL) в левое предсердие.

Рентгеновские стоп-кадры в левой косой проекции  $20^\circ$ , отображающие положение абляционного электрода в правой верхней легочной вене (А), в правой нижней легочной вене (Б) и в левой верхней легочной вене (В) и в левой нижней легочной вене (Г). Обратите внимание, что позиционирование абляционного электрода осуществлялось трансортальным и далее трансмитральным (ретроградным) способом. RVA — диагностический 4-полюсный электрод позиционирован в области верхушки правого желудочка, CS — диагностический 10-полюсный электрод расположен в коронарном синусе.

зарубежных авторов [5, 7—10]. К основным недостаткам современных систем магнитной навигации, по нашему мнению, можно отнести: 1) невозможность использования ирригационных (орошаемых) электродов, что существенно ограничивает спектр лечения нарушений ритма сердца (типичное трепетание предсердий, фибрилляция предсердий, ишемические ЖНР); 2) ограничение движения рентгеновской трубки для получения рентгеноскопического изображения в правой и левой косых проекциях (до 32 и 28° соответственно).

Исходя из нашего собственного опыта, данных мировой литературы, а также принимая во внимание стремительное развитие и внедрение высоких технологий в клиническую практику, уже сейчас можно предположить, что в ближайшем будущем магнитная навигация будет активно использоваться для проведения РЧА по поводу фибрилляции предсердий — наиболее распространенной аритмии в общей популяции. В настоящее время имеются предварительные публикации об использовании интегрированных систем нефлюороскопического картирования (CARTO) и магнитной навигации (NIOBE) для проведения РЧА по поводу фибрилляции предсердий. Реальностью стала и трансатлантическая абляция, проведенная в 2006 г., в ходе которой пациент находился в Италии, а оператор — в Северной Америке. Внедрение в клиническую практику орошаемых абляционных электродов для систем магнитной навигации по сути является технической проблемой и решение ее, по-видимому, “не за горами”.

Нам представляется интересным, что применение систем магнитной навигации в электрофизиологии интегрирует старые проверенные методики (например, такие, как регистрация внутрисердечных ЭГА и РЧА) и новый подход, позволяющий проводить аде-

кватное позиционирование абляционного электрода с использованием робототехники. Следует отметить, что использование этой системы в современной кардиологии не ограничивается лечением аритмий. В частности, известно, что системы магнитной навигации с успехом используются для катетеризации коронарного синуса и туннелирования левожелудочкового электрода во время операций имплантации кардиоресинхронизирующих устройств [11]. Существует ряд публикаций об их высокой эффективности при проведении малоинвазивных реваскуляризирующих вмешательств на коронарных артериях [11]. Таким образом, высокие технологии, изначально предложенные Северо-Американским космическим агентством (NASA) для проведения лечебных манипуляций в ходе длительных космических экспедиций при большом удалении врача и пациента друг от друга, уже сейчас применяются в повседневной клинической работе в современных кардиологических центрах.

## Заключение

Использование роботизированной системы магнитной навигации позволяет стабильно и точно позиционировать абляционный электрод в любых отделах сердца и с высокой степенью эффективности и безопасности проводить РЧА по поводу различных нарушений ритма сердца. В основе определения точки эффективного РЧ-воздействия лежит традиционный принцип картирования, основанный на регистрации би- и монополярным способом внутрисердечной электрической активности. очевидным достоинством роботизированной системы магнитной навигации является то, что в ходе проведения операции значительно минимизируется лучевая нагрузка на оперирующего врача.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ардашев А.В., Желяков Е.Г., Шаваров А.А. и др. Сравнение традиционного и нового подходов картирования медленной части атриовентрикулярного соединения при радиочастотной абляции типичной атриовентрикулярной узловой реципрокной тахикардии. Вестник аритмологии 40:15/10/2005, стр. 5—12.
2. Schluter M, Geiger M, Siebels J, et al. Catheter ablation using radiofrequency current to cure symptomatic patients with tachyarrhythmias related to an accessory atrioventricular pathway. *Circulation*. 1991; 84: 1644—1661.
3. Jackman W.M., Beckman K.J., McClelland J.H. et al. Treatment of supraventricular tachycardia due to atrioventricular nodal reentry by radiofrequency catheter ablation of slow pathway conduction. *N Engl J Med*. 1992; 327:313—318.
4. Jackman W.M., Wang X., Friday K.J. et al. Catheter ablation of accessory atrioventricular pathways (Wolff-Parkinson-White syndrome) by radiofrequency current. *N Engl J Med*. 1991; 324:1605—1611.
5. Ernst S., Ouyang F., Linder C. et al. Modulation of the slow pathway in the presence of a persistent left superior caval vein using the novel magnetic navigation system Niobe. 1: *Europace*. 2004 Jan; 6(1):10—4.
6. Ernst S., Ouyang F., Linder C. et al. Initial experience with remote catheter ablation using a novel magnetic navigation system: magnetic remote catheter ablation. *Circulation*. 2004 Mar 30; 109(12):1472—5.
7. Ernst S., Hachiya H., Chun J.K., Ouyang F. Remote catheter ablation of parahisian accessory pathways using a novel magnetic navigation system—a report of two cases. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2005 Jun; 16(6):659—62.
8. Thornton A.S., Janse P., Theuns D.A. et al. Magnetic navigation in AV nodal re-entrant tachycardia study: early results of ablation with one- and three-magnet catheters. *Europace*. 2006 Apr; 8(4):225—30.
9. Pappone C., Vicedomini G., Manguso F. et al. Robotic magnetic navigation for atrial fibrillation ablation. *J Am Coll Cardiol*. 2006 Apr 4; 47(7):1390—400.
10. Thornton A.S., Jordaens L.J. Remote magnetic navigation for mapping and ablating right ventricular outflow tract tachycardia. *Heart Rhythm*. 2006 Jun; 3(6):691—6.
11. Lindsay B. D. Perspectives on the development of a magnetic navigation system for remote control of electrophysiology catheters. *Europace*, April 1, 2006; 8(4):231—232.
12. Ардашев А.В., Желяков Е.Г., Шаваров А.А. и др. Эффективная радиочастотная абляция желудочковой тахикардии в области устья левой коронарной артерии. Високотехнологичная специализированная медицинская помощь. Тезисы научно-практической конференции. ГВКГ им. Бурденко. Москва 08.12.2006; 152.

Получено 15.03.07