

Рубрика: практикум

© О.Л. БОКЕРИЯ, А.Г. ФИЛАТОВ, Я.Б. ЯХЬЯЕВ, 2017

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2017

УДК 616.12-089.843

DOI: 10.15275/annaritmol.2017.1.7

ЭНДОКАРДИАЛЬНАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ РЕСИНХРОНИЗИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ*Тип статьи: практикум***О.Л. Бокерия, А.Г. Филатов, Я.Б. Яхьяев**

ФГБУ «Национальный научно-практический центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» (директор – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) Минздрава России, Рублевское шоссе, 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Бокерия Ольга Леонидовна, доктор мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, гл. науч. сотр.
Филатов Андрей Геннадьевич, доктор мед. наук, заведующий лабораторией
Яхьяев Яхья Бийболатович, сердечно-сосудистый хирург, E-mail: yahadag@gmail.com

В случаях тяжелой хронической сердечной недостаточности благодаря ресинхронизирующей терапии у пациентов появился шанс на улучшение качества жизни. Первый опыт бивентрикулярной стимуляции у больного с хронической сердечной недостаточностью IV функционального класса по NYHA и блокадой левой ножки пучка Гиса представлен S. Cazeau в 1994 г. Выполнялась стимуляция правого и левого предсердий, правого и левого желудочков. Стимуляция левого предсердия осуществлялась через электрод в коронарном синусе, а левый желудочек стимулировался торакоскопически проведенным эпикардальным электродом. В настоящее время имплантация бивентрикулярных кардиостимуляторов выполняется в пекторальной области с доступом через подключичную вену. Проводятся предсердный и два желудочковых электрода, левожелудочковая стимуляция осуществляется через ветви коронарного синуса. Необходимо понимать, что разные способы электрокардиостимуляции не являются панацеей и не заменяют консервативную терапию у пациентов с различной степенью сердечной недостаточности. Они являются только лишь частью терапии, призванной устранить нарушения, связанные с несинхронным сокращением желудочков и их патологической активацией. В данной статье показана последовательность имплантации – в основном левожелудочкового электрода, так как существует ряд особенностей, характерных именно для этой части процедуры.

Ключевые слова: бивентрикулярный стимулятор; ресинхронизирующая терапия; левожелудочковый электрод.

ENDOCARDIAL IMPLANTATION OF CARDIAC RESYNCHRONIZATION DEVICES**O.L. Bockeria, A.G. Filatov, Ya.B. Yakh'yayev**

Bakoulev National Scientific and Practical Center for Cardiovascular Surgery, Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation

Bockeria Ol'ga Leonidovna, MD, PhD, DSc, Professor, Corresponding Member of RAS, Chief Research Associate
Filatov Andrey Gennad'evich, MD, PhD, DSc, Head of Laboratory
Yakh'yayev Yakh'ya Biybolatovich, Cardiovascular Surgeon, E-mail: yahadag@gmail.com

In cases of severe congestive heart failure patients have a chance to improve the quality of life due to cardiac resynchronization therapy. The first experience of biventricular pacing in patients with NYHA class 4 chronic heart failure and left bundle branch block was presented by S. Cazeau in 1994. Stimulation of right and left atria, right and left ventricles was carried out. Stimulation of the left atrium was performed through the electrode in the coronary sinus, and the left ventricle was stimulated thoracoscopically with conducted epicardial electrode. Currently biventricular pacemaker implantation is carried out in pectoral area with access through the subclavian vein. The atrial and two ventricular electrodes are conducted, left ventricular stimulation is carried out through the branches of the coronary sinus. It should be understood that different pacing methods

are not a panacea and not a substitute for medical therapy in patients with varying degrees of heart failure. They are only part of therapy, which should eliminate the violations associated with asynchronous ventricular contraction and pathological activation. This article presents the sequence of implantation – mainly of left ventricular electrode, as there is a number of features typical for this part of the procedure.

Keywords: biventricular stimulator; resynchronization therapy; left ventricular electrode.

Имплантация ресинхронизирующих устройств проводится пациентам, у которых наблюдается выраженная сердечная недостаточность с фракцией выброса левого желудочка менее 35%, резистентная к медикаментозной терапии. Она требует более тщательной диагностики пациента в дооперационном периоде, скрупулезной интраоперационной подготовки и, конечно, более высокого профессионального уровня операционной бригады, чем при установке одно- и двухкамерных систем стимуляции. Этап имплантации бивентрикулярного стимулятора (БВС), связанный с установкой предсердного и правожелудочкового электродов, технически ничем не отличается от рутинной имплантации двухкамерной системы стимуляции. Основное отличие заключается в этапе установки левожелудочкового электрода, который гораздо сложнее и связан с каниюляцией коронарного синуса и позиционированием самого электрода, что не только удлиняет время процедуры, но и увеличивает риск интра- и послеоперационных осложнений, которые могут привести к летальному исходу [1].

Тяжелое исходное состояние пациента может потребовать применения эндотрахеального наркоза. В подавляющем большинстве случаев хирурги, выполняющие имплантацию БВС, не используют во время процедуры интубационный наркоз либо прибегают к нему лишь на этапе установки левожелудочкового электрода. В нашем Центре большинство процедур проводится под местным обезболиванием или с комбинацией короткодействующих наркотических анальгетиков и пропофола. Это обеспечивает гемодинамическую стабильность, адекватную анестезию и, что немаловажно, быструю активизацию пациента после операции.

Как было сказано выше, одним из этапов процедуры является имплантация правопредсердного и правожелудочкового электродов, и его следует описать для полноты картины.

Разрез длиной 5–6 см выполняют в левой, редко правой подключичной области на 2–3 см ниже и параллельно ключице. Имплантацию электродов осуществляют трансвенозным доступом, посредством пункции подключичной

вены под местной анестезией. После большого количества имплантаций различных систем кардиостимуляции стало понятно, что пункционный метод по Сельдингеру, примененный через операционный разрез под рентгеноскопическим контролем, максимально укорачивает время процедуры и является безопасным. Электроды в таком случае проводятся в камеры сердца посредством пластиковых, разрывных или разрезных интродьюсеров от 7 до 10 Fr. Как вариант используют доступ через плечеголовную вену, которая в 95% случаев располагается в межмышечной борозде, между большой грудной и дельтовидной мышцами. Вену выделяют тупым способом, берут на две лигатурные держалки. Далее через проксимальный конец плечеголовной вены вводят правопредсердный и правожелудочковый эндокардиальные электроды. Дистальный конец вены перевязывают.

Позиционирование электродов для постоянной эндокардиальной стимуляции правого предсердия и правого желудочка сердца также проводят при постоянном рентгеноскопическом контроле. Во время имплантации используют электроды с активной и пассивной фиксацией, в зависимости от способа фиксации меняется место установки электродов. Так, желудочковый электрод с пассивной фиксацией устанавливают в области верхушки правого желудочка, ближе к межжелудочковой перегородке, чтобы дистальный конец визуализировался ближе к тени диафрагмы, что обеспечит лучшую фиксацию [2].

Предсердные эндокардиальные электроды с пассивной фиксацией с характерным J-образным изгибом проводятся и устанавливаются в области ушка правого предсердия (рис. 1). Предсердные электроды с активной фиксацией можно разместить и в области ушка правого предсердия, и в области межпредсердной перегородки при неудовлетворительных параметрах стимуляции ушка.

Во время имплантации, интраоперационно, осуществляют тестирование параметров электродов. Необходимо оставаться в рамках следующих значений: порог стимуляции менее 1,5 В, порог чувствительности амплитуды $P > 2,0$ мВ

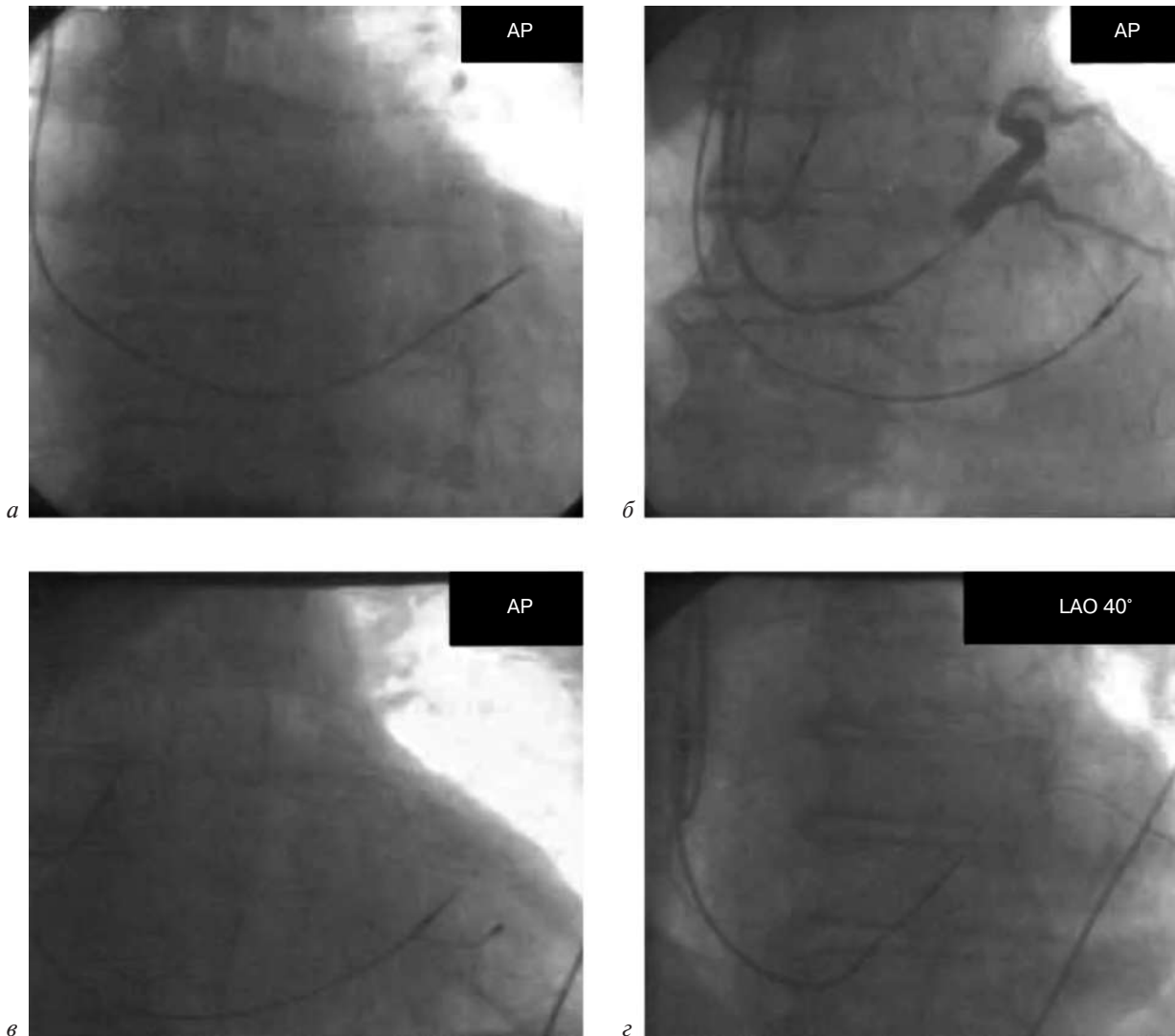


Рис. 1. Этапы имплантации электродов:

а – установка правожелудочкового электрода, его позиционирование в области средней трети межжелудочковой перегородки; *б* – имплантация правопредсердного электрода с последующей ангиографией вен коронарного синуса; *в* – постановка левожелудочкового электрода в заднебоковую ветвь коронарного синуса; *г* – для визуализации и контроля позиционирования желудочковых электродов лучше использовать проекцию LAO

и $R > 9,0$ мВ, а также импеданс с электродов 350–1500 Ом. Также перед окончательной фиксацией электродов рутинно проводят их тестирование с максимальной амплитудой (10 В) для исключения стимуляции диафрагмального нерва. Далее электроды подшиваются посредством atraumaticных пластиковых муфт, предотвращающих повреждение их изоляции [3].

Из общемирового опыта известно, что самым оптимальным вариантом с лучшими результатами является постановка левожелудочкового электрода (ЛЖЭ) в переднелатеральной, латеральной или заднелатеральной вене [2]. Размещение электрода в большой либо средней вене сердца приводит к стимулированию верхушечного и переднего сегментов левого желудочка, что увеличивает степень регургитации на митраль-

ном клапане и, как следствие, ухудшает гемодинамические показатели. Имплантацию ЛЖЭ можно проводить как до, так и после установки правожелудочкового и правопредсердного электродов. В 90% случаев мы отдаем предпочтение первичной имплантации ЛЖЭ. Это обеспечивает легкость манипуляций доставочной системой и непосредственно электродом, а также исключает прикрытие отверстия коронарного синуса (КС) и случайные манипуляции в нем правожелудочковым электродом, которые могут привести к его спазму или диссекции (рис. 2) [4]. Техника имплантации в сочетании с различными вариантами анатомии КС иногда не позволяет стимулировать боковые отделы левого желудочка. Для получения более синхронного сокращения желудочков с меньшим QRS при условии

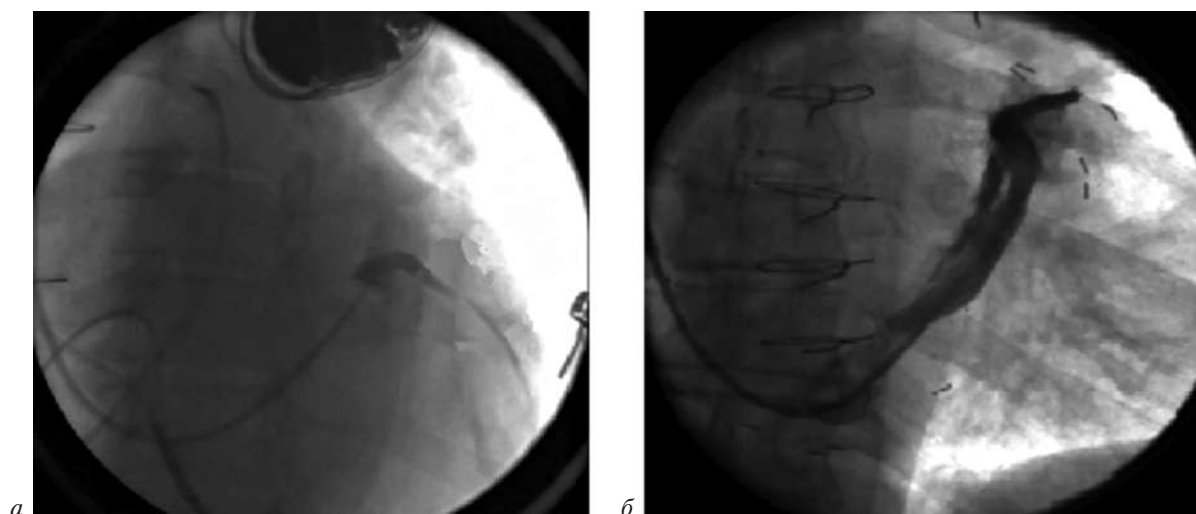


Рис. 2. Интраоперационные рентгенограммы:

а – труднопроходимое сужение просвета коронарного синуса (спазм); *б* – диссекция коронарного синуса со скоплением контрастного вещества в паравазальном пространстве

использования правожелудочкового электрода с активной фиксацией можно менять места стимуляции правого желудочка. Однако нельзя забывать, что большинство пациентов имеют сопутствующие нарушения предсердно-желудочкового и внутривентрикулярного проведения, а некоторые манипуляции в КС могут привести к асистолии и, соответственно, необходимости временной стимуляции желудочков. В предоперационном периоде у больных с высоким риском интраоперационных осложнений мы через бедренный доступ посредством интродьюсера 6–7 Fr проводим в область верхушки правого желудочка временный эндокардиальный электрод 5 Fr, который после операции сразу удаляем [5].

Для проведения катетеризации КС с последующим его контрастированием используют следующие рентгеновские проекции: RAO 15–45° и LAO 15–50°. В этих проекциях ветви КС отчетливее визуализируются относительно маркеров, в качестве которых выступают тень сердца, край позвонка или ребра и т. д. Во время имплантации БВС RAO 30° используют для визуализации кольца трехстворчатого клапана, а LAO 30° – для визуализации межжелудочковой перегородки и верхушки. При ранее установленном в область верхушки правожелудочковом электроде положение электрода в кольце трехстворчатого клапана и верхушке может способствовать определению угла проекции у каждого конкретного пациента. При условии что предварительно был проведен временный электрод, его вращение по часовой стрелке в сторону межжелудочковой пе-

регородки также может помочь определить оптимальный угол LAO.

Существует перечень специализированных инструментов, предназначенных для имплантации ЛЖЭ. В него входят: набор для пункции подключичной вены, доставочные интродьюсеры с разной кривизной, использующиеся для катетеризации КС и проведения ЛЖЭ, специализированные ножи, посредством которых система доставки после проведения электрода срезается [6].

Через ранее пунктированную по методике Сельдингера подключичную вену с помощью длинного проводника в правое предсердие проводят систему доставки. Она предназначена для катетеризации КС с последующим его контрастированием и проведением электрода. Для профилактики осложнений все манипуляции с доставочной системой выполняют под постоянным рентгеноскопическим контролем. Далее проводник с бужом удаляют, к проксимальному концу интродьюсера присоединяют гемостатический клапан, а доставочную систему промывают раствором гепарина (раствор готовят из расчета 500 мл 0,9%-ного NaCl с добавлением 100 ЕД гепарина).

Обычно для облегчения катетеризации КС используют 10-полюсный электрофизиологический электрод 6 Fr, который проводят в средний отдел КС. По нему до проксимального отдела КС доводят интродьюсер, после чего электрод удаляют, а через интродьюсер проводят баллон-катетер. Во время контрастирования баллон раздувают, обеспечивая obturацию просвета коронарного синуса (рис. 3).

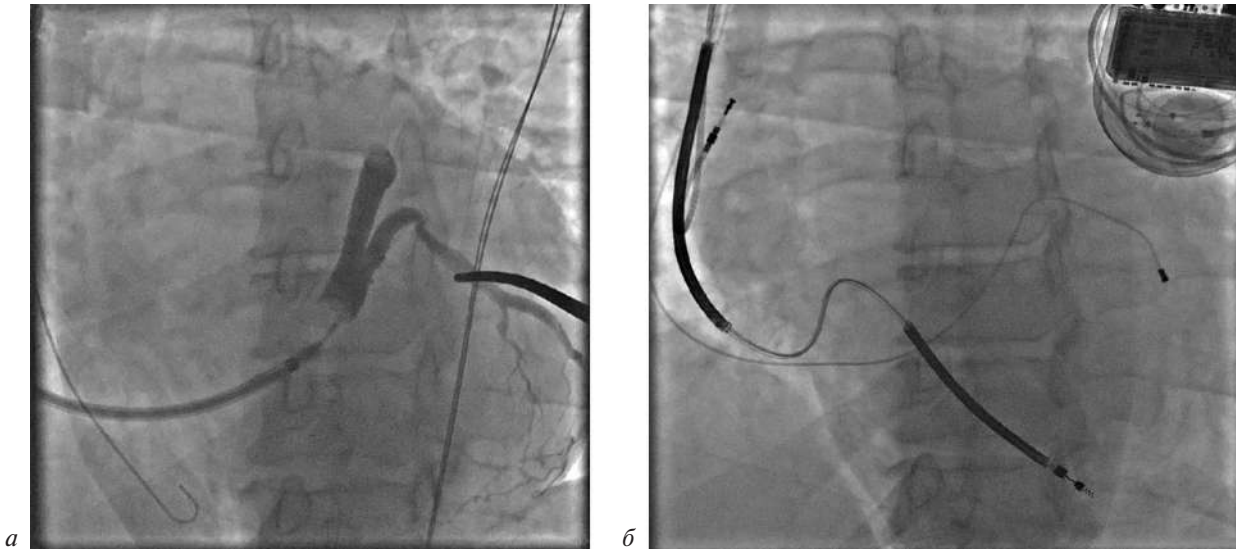


Рис. 3. Ангиография коронарного синуса в момент имплантации левожелудочкового электрода:
а – проведение контрастирования вен коронарного синуса; *б* – позиционирование левожелудочкового электрода, выполняемое до постановки правожелудочкового и правопредсердного электродов

Анатомию ветвей КС (рис. 4) записывают как минимум в двух проекциях, обычно в левой и правой косой 30° (рис. 5). При проведении ангиографии КС (рис. 3, б) необходимо соблюдать следующие правила, которые позволят получить максимум информации: полностью обтурировать просвет КС, ангиографию продолжать до появления контраста в более проксимальных венах и, наконец, чтобы визуализировались устья и просветы средней и малой сердечных вен, а также проксимальной заднебоковой вены, скопию продолжать и после вытягивания бал-

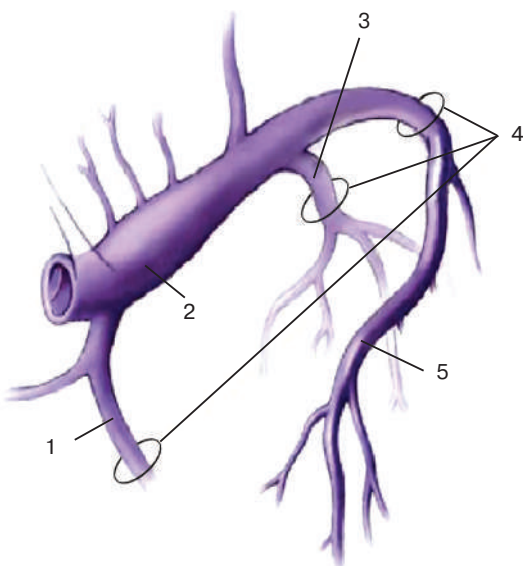


Рис. 4. Анатомия коронарного синуса.
 1 – средняя сердечная вена; 2 – коронарный синус; 3 – задняя боковая вена; 4 – главные ветви венозной системы сердца; 5 – передняя межжелудочковая вена

лончика из КС [4]. Описанная методика позволяет не только максимально сократить время процедуры, но и избежать многих интраоперационных осложнений. После удаления баллона необходимо повторно промыть доставочную систему раствором гепарина.

Многие опытные хирурги не делают венографию, но для врачей с небольшим опытом имплантации контрастирование проводить обязательно. Независимо от предпочтений оперирующего хирурга, проведение контрастирования может радикально изменить тактику и привести к необходимости альтернативной методики имплантации левожелудочкового электрода. Так, при технических трудностях или анатомических особенностях, не позволяющих провести эндокардиальный электрод через КС, альтернативой

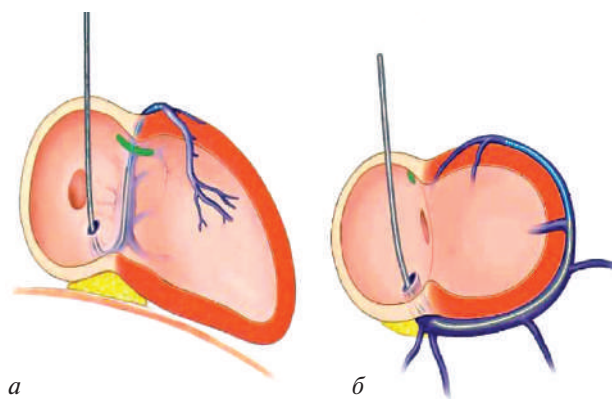


Рис. 5. Проведение левожелудочкового электрода в коронарный синус через доставочную систему:
а – RAO; *б* – LAO

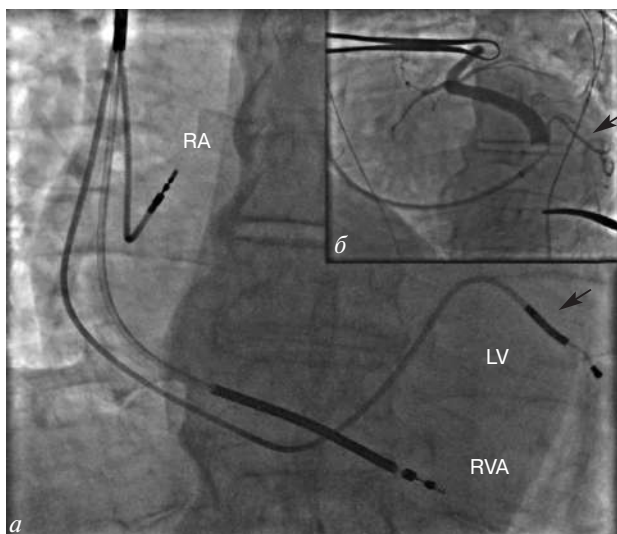


Рис. 6. Окончательная рентгеноскопическая картина имплантации электродов бивентрикулярного ресинхронизирующего устройства с функцией дефибриляции:

a – передне-задняя проекция, расположение электродов; *б* – контрастирование коронарного синуса.

RA – предсердный электрод в позиции ушка правого предсердия; RVA – правожелудочковый электрод в области верхушки правого желудочка; LV – левожелудочковый электрод, проведенный в переднебоковую ветвь коронарного синуса (указана стрелкой)

является эпикардиальная система стимуляции левого желудочка, проводимая посредством торакоскопической или миниинвазивной имплантации эпикардиального электрода [7].

Далее осуществляют непосредственно саму имплантацию ЛЖЭ. Для коронарного синуса в основном используют биполярные (5–6 Fr) и квадриполярные (4,0–4,7 Fr) электроды. Ранее широко применялись и униполярные электроды. Основным их преимуществом являлся малый диаметр (4 Fr), но количество осложнений в виде диафрагмальной стимуляции было слишком высоко. Чтобы достигнуть самых дистальных ветвей, а также наиболее отдаленной передней межжелудочковой вены, используют ЛЖЭ длиной от 75 до 85 см. ЛЖЭ проводят по системе доставки в просвет КС и устанавливают в определенную вену. После позиционирования электрода выполняют тестирование параметров стимуляции. Необходимо оставаться в рамках следующих значений: порог стимуляции менее 2,0 В, порог чувствительности амплитуды $R > 9,0$ мВ, а также импеданс с электродов 350–1200 Ом. Вновь рутинно осуществляют тестирование с амплитудой 10 В для исключения стимуляции диафрагмального нерва. При явлениях стимуляции диафрагмы рекомендуется ка-

тетеризация другой ветви КС, так как попытки репозиции ЛЖЭ в более проксимальные отделы могут сопровождаться дислокацией электрода в раннем или отдаленном послеоперационном периоде и, соответственно, прекращением стимуляции левого желудочка [8].

В настоящее время в основном используют электроды, управляемые стилетом, и электроды с просветом для коронарного проводника. Электроды с управляемым стилетом мы применяем в тех случаях, когда посредством стилета необходимо создать удобную кривизну, а за счет возможности движения стилета в электроде вперед-назад можно изменять угол изгиба, что позволяет двигать кончик электрода в нужном направлении. В основном же хирурги отдают предпочтение электродам с возможностью проведения коронарного проводника, позволяющим достичь дистальных отделов вен, выбрать нужную вену и далее по проводнику провести электрод (см. рис. 5).

Использование более тонкого электрода позволяет провести его кончик даже в проксимальное ответвление вены, и это увеличивает стабильность электрода и получение адекватных параметров стимуляции. В случаях широкого КС предпочтительно использовать электроды большего диаметра. Это позволяет достичь более плотного контакта и является альтернативой при неадекватных параметрах стимуляции в средних и дистальных венах КС.

Далее необходимо проверить стабильность электрода, легким нажатием прогнув его в коронарном синусе и проксимальной вене. При визуализации тела электрода в правом желудочке или нижней полой вене следует подтянуть его посредством мягкого стилета на определенный уровень под обязательным рентгеноскопическим контролем (рис. 7).

Риск дислокации ЛЖЭ наиболее высок во время срезания и удаления доставочной системы. Эту манипуляцию выполняют под постоянным рентгеноскопическим контролем. Предварительно, перед удалением интродьюсера, в просвет электрода для стабильности проводят коронарный проводник либо мягкий стилет. При вытягивании доставки не должно появляться петель или загибов в КС и правом предсердии. Если они все же образуются, срезание интродьюсера приостанавливают до устранения петли за счет подтягивания электрода или ротирования его в обратном направлении (см. рис. 6, 7) [9].

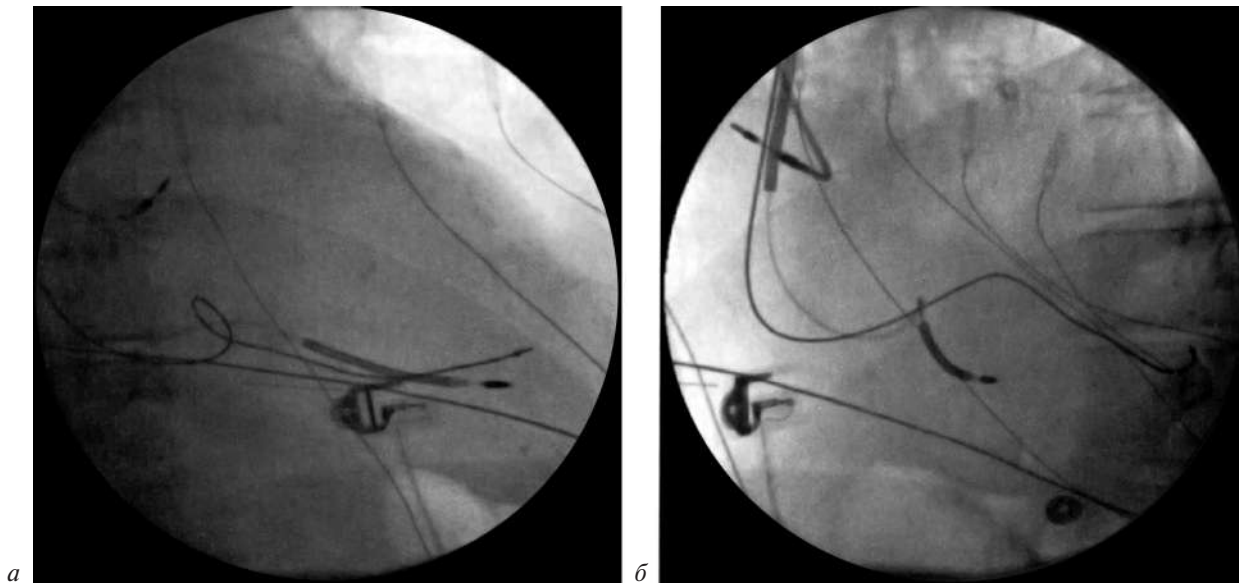


Рис. 7. Рентгеноскопическая картина с левожелудочковым электродом, проведенным по коронарному проводнику и установленным в области боковой стенки левого желудочка:

a – RAO; *б* – LAO

Основными критериями успешной имплантации эндокардиального ЛЖЭ являются стабильное положение электрода, адекватная стимуляция, укорочение комплекса *QRS* при би-вентрикулярной стимуляции, а также ресинхронизация сокращений обоих желудочков.

Далее через операционный разрез в подкожно-жировой клетчатке, субфасциально, над большой грудной мышцей (при слаборазвитой подкожно-жировой клетчатке – под ней) создают ложе БВС. Во избежание осложнений в виде послеоперационных гематом проводят тщательный гемостаз раны, а для снижения риска инфекционных осложнений желательнее обработать ложе раствором антисептика. Затем БВС подключают к электродам, имплантируют в созданное ложе и фиксируют швом, после чего рану послойно ушивают. Учитывая высокий риск послеоперационных гематом, кожу лучше ушивать отдельными узловыми швами. Кроме перечисленных выше, существует еще ряд осложнений, сопровождающих рутинную имплантацию одно- и двухкамерных систем стимуляции. К ним относятся гемоперикард вследствие перфорации сердца, пневмоторакс (при пункции подключичных вен), переломы и дислокации электродов.

Возможны различные осложнения, специфичные только для этапа имплантации левожелудочкового электрода: диссекция или перфорация КС (см. рис. 2), дислокация и неадекватная

стимуляция левого желудочка, а в некоторых случаях стимуляция диафрагмы [10]. Частота осложнений варьируется от 2 до 5% и зависит в основном от опыта хирурга и подготовленности операционной бригады.

Для успешной и, главное, безопасной имплантации ЛЖЭ у пациентов с хронической сердечной недостаточностью необходимо методично и осторожно выполнять все этапы имплантации:

1. Обязательна отдельная пункция подключичной вены.
2. Канюляцию устья КС и проведение доставочной системы следует проводить с использованием электрофизиологического электрода.
3. Вводить контраст в КС важно при максимальной обтурации его просвета, что улучшит визуализацию ветвей КС.
4. Предпочтительно использование электродов с просветом, через который можно провести коронарный проводник, способный проникнуть в более дистальные ветви КС.

Все это в совокупности гарантирует безопасность и успех всей процедуры имплантации БВС [10].

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Библиографический список [References]

1. Varma N., Manne M., Nguyen D., He J., Niebauer M., Tchou P. Probability and magnitude of response to cardiac resynchronization therapy according to QRS duration and gen-

- der in nonischemic cardiomyopathy and LBBB. *Heart Rhythm*. 2014; 11 (7): 1139–47. DOI: 10.1016/j.hrthm.2014.04.001
2. Бокерия Л.А., Ступаков С.И. Улучшение гемодинамики при применении кардиоресинхронизирующей терапии с помощью определения наиболее оптимальных зон стимуляции левого желудочка. *Клиническая физиология кровообращения*. 2012; 2: 15–7. [Bockeria L.A., Stupakov S.I. Improvement in hemodynamics due to applying cardiac therapy by determining the most optimal zones of stimulation of the left ventricle. *Klinicheskaya Fiziologiya Krovoobrashcheniya*. 2012; 2: 15–7 (in Russ.).]
 3. Ammann P., Sticherling C., Kalusche D., Eckstein J., Bernheim A., Schaer B., Osswald S. et al. An electrocardiogram-based algorithm to detect loss of left ventricular capture during cardiac resynchronization therapy. *Ann. Intern. Med.* 2005; 142 (12 Pt. 1): 968–73.
 4. Donal E., Leclercq C., Linde C., Daubert J.C. Effects of cardiac resynchronization therapy on disease progression in chronic heart failure. *Eur. Heart J.* 2006; 27 (9): 1018–25. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi734
 5. Duncan A.M., Lim E., Clague J., Gibson D.G., Henein M.Y. Comparison of segmental and global markers of dyssynchrony in predicting clinical response to cardiac resynchronization. *Eur. Heart J.* 2006; 27: 2426–32. DOI:10.1093/eurheartj/ehl179
 6. Tang A.S., Wells G.A., Talajic M., Arnold M.O., Sheldon R., Connolly S. et al. Cardiac-resynchronization therapy for mild-to-moderate heart failure. *N. Engl. J. Med.* 2010; 363 (25): 2385–95. DOI: 10.1056/NEJMoa1009540
 7. Brignole M., Auricchio A., Baron-Esquivias G., Bordachar P., Boriani G., Breithardt O.A. et al. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: the Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Eur. Heart J.* 2013; 34 (29): 2281–329. DOI: 10.1093/eurheartj/eh150
 8. Romeyer-Bouchard C., Da Costa A., Dauphinot V., Messier M., Bisch L., Samuel B. et al. Prevalence and risk factors related to infections of cardiac resynchronization therapy devices. *Eur. Heart J.* 2010; 31 (2): 203–10. DOI: 10.1093/eurheartj/ehp421
 9. Pan W., Su Y., Zhu W., Shu X., Ge J. Notched QRS complex in lateral leads as a novel predictor of response to cardiac resynchronization therapy. *Ann. Noninvasive Electrocardiol.* 2013; 18 (2): 181–7. DOI: 10.1111/anec.12008
 10. Ng C.Y., Heist E.K. Cardiac resynchronization therapy: maximizing the response to biventricular pacing. *Cardiol. Rev.* 2017; 25 (1): 6–11. DOI: 10.1097/CRD.000000000000127

Поступила 07.02.2017

Принята к печати 15.02.2017