

Рубрика: кардиостимуляция

© О.Л. БОКЕРИЯ, М.Б. БИНИАШВИЛИ, 2016

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2016

УДК 616.12-089.843

DOI: 10.15275/annaritmol.2016.3.5

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯЦИИ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ НА ОТКРЫТОМ СЕРДЦЕ

*Тип статьи: обзорная статья**О.Л. Бокерия, М.Б. Биниашвили*

ФГБУ «Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. 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, гл. науч. сотр., зам. заведующего отделением Биниашвили Михаил Борисович, канд. мед. наук, науч. сотр., e-mail: epicard@yandex.ru

В настоящее время в кардиохирургической практике активно используется методика подшивания электродов для возможности налаживания временной кардиостимуляции как для терапевтических, так и для диагностических целей. Временные электроды имплантируются в миокард во время выполнения операции и могут быть использованы для предсердной или желудочковой стимуляции, а также для синхронизированной предсердно-желудочковой стимуляции в раннем послеоперационном периоде. Основным показанием для имплантации временных электродов является наличие периоперационных аритмий, которые могут существенно ухудшить гемодинамику. Одними из самых значимых нарушений ритма, при которых требуется временная кардиостимуляция, являются брадикардии, узловые аритмии и атриовентрикулярные блокады. У пациентов с сердечной недостаточностью синхронизированная атриовентрикулярная стимуляция может значительно улучшить гемодинамику. Современные двухкамерные временные устройства для электрокардиостимуляции снабжены множеством функций, включая обеспечение стимуляции на заданных нижних и верхних пределах, атриовентрикулярного интервала, а также послежелудочкового предсердного рефрактерного периода. Более того, в современных устройствах для временной электрокардиостимуляции появилась возможность проведения бивентрикулярной стимуляции, что может иметь большое значение для улучшения кардиальной функции у пациентов с сердечной недостаточностью и врожденными пороками сердца. Временные электроды для эпикардальной стимуляции бывают двух полярностей: монополярные и биполярные. Временные электроды для электрокардиостимуляции, как правило, устанавливаются после окончания основного этапа операции на сердце, перед закрытием грудной клетки. Эпикардальные электроды чаще всего подшиваются на свободной стенке правого желудочка. Так можно обеспечить нормальную гемодинамику при наличии выраженной брадикардии и нормальной синхронности предсердий и желудочков. Принимая во внимание возможность развития сердечной недостаточности, особенно у пациентов с тяжелой кардиальной патологией, для лучшей преднагрузки и обеспечения адекватного сердечного выброса во многих медицинских центрах принято устанавливать электроды как на предсердиях, так и на обоих желудочках. Осложнения, связанные с использованием временной электрокардиостимуляции, случаются редко, тем не менее о них следует помнить. К ним относятся развитие инфекции в области расположения и фиксации электродов, повреждение миокарда, развитие тампонады. Современные системы для временной электрокардиостимуляции позволяют значительно улучшить функциональный статус пациентов в ранние сроки после операции, и их использование должно рассматриваться как неотъемлемый элемент протокола выполнения всех операций на открытом сердце.

Ключевые слова: временная электрокардиостимуляция; имплантация временных электродов; операции на открытом сердце.

THE FEASIBILITY OF TEMPORARY CARDIAC PACING AFTER OPEN HEART SURGERY

O.L. Bockeria, M.B. Biniashvili

A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery, Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation

Bockeria Ol'ga Leonidovna, MD, PhD, DSc, Professor, Chief Research Associate, Deputy Chief of Department Biniashvili Mikhail Borisovich, MD, PhD, Research Associate, e-mail: epicard@yandex.ru

Nowadays temporary epicardial pacing is commonly used for the diagnosis and treatment of arrhythmias in the postoperative period after cardiac surgery. Temporary epicardial pacing wires are placed after cardiac surgery procedures and temporary pacing has become a useful and essential modality for maintaining atrial, ventricular or atrio-ventricular (AV) pacing. The main indication for temporary pacing is the presence of perioperative arrhythmias that can compromise hemodynamics. The most important arrhythmias that require temporary pacing are bradycardias, junctional arrhythmias and atrio-ventricular blockades. In patients with cardiac failure optimizing AV synchrony by temporary pacing can improve hemodynamics. Modern dual-chamber temporary pacemakers allow adjustment of parameters such as mode of pacing, lower and upper rate limits, AV interval, and post-ventricular atrial refractory period. Epicardial wires come in two forms: unipolar and bipolar. Temporary epicardial pacing leads are typically placed in the operating room after the cardiac procedure is completed and before chest closure. Epicardial pacing wires were historically placed only on the right ventricle. This allowed to manage severe bradyarrhythmias with a more stable ventricular rate but at the expense of AV synchrony. As patients with severe cardiac pathology are often dependent on the atrial contraction for better preload and cardiac output, most institutions currently place both atrial and ventricular pacing wires. The incidence of complications with the use of temporary wires is rare. Complications of epicardial wires include infection, myocardial damage, ventricular arrhythmias, perforation, and tamponade. Modern systems for epicardial pacing can dramatically improve hemodynamics early after cardiac surgery, hence temporary pacing wires must be routinely placed after all cardiac procedures.

Keywords: temporary cardiac pacing; insertion of temporary wires; open heart surgery.

Введение

Аритмии, возникающие после операций на открытом сердце, являются значимыми причинами повышенной заболеваемости и летальности в кардиохирургической практике [1]. Пациенты наиболее подвержены возникновению нарушений ритма в раннем послеоперационном периоде, что может быть обусловлено продолжительностью операции,

длительностью кардиopleгии и искусственного кровообращения, метаболическими и электролитными нарушениями, наличием тяжелой кардиальной патологии и другими факторами [2, 3]. Электроды для временной электрокардиостимуляции рутинно устанавливаются после операций на открытом сердце и часто используются для обеспечения стабильной гемодинамики, а также в диагностических и профилактических целях.

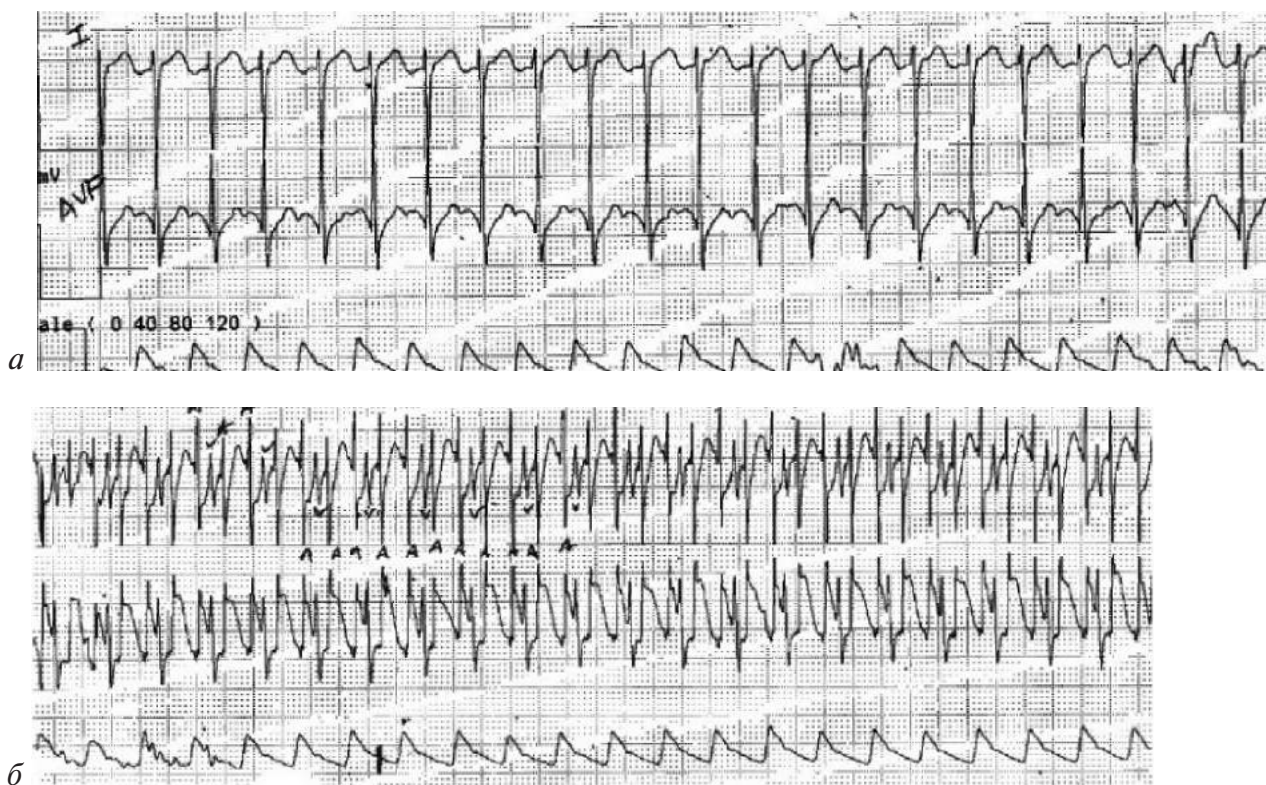


Рис. 1. Электрокардиограммы одного и того же пациента с трепетанием предсердий с атриовентрикулярным проведением 2:1:

а – поверхностная ЭКГ, P-зубцы не дифференцируются; б – предсердная ЭКГ, P-зубцы четко прослеживаются (указаны стрелками)

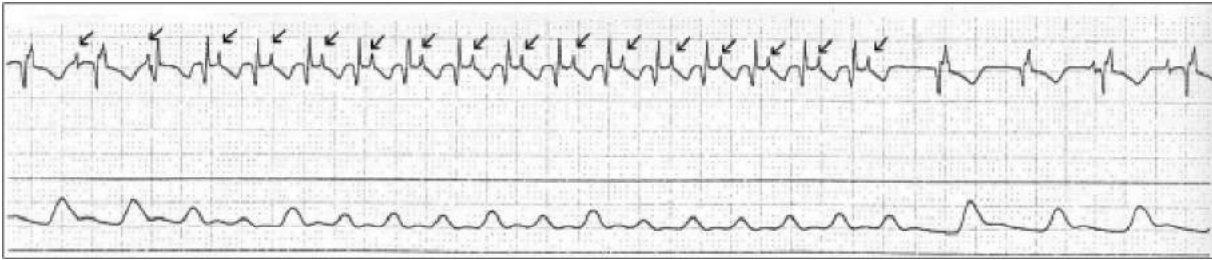


Рис. 2. Запись предсердной ЭКГ во время прерывания узловой тахикардии. Можно отметить *P*-зубцы, расположенные ретроградно (указаны стрелками)

Показания

Диагностика аритмий

Предсердные электроды могут быть использованы для записи на электрокардиограмме (ЭКГ) усиленного отведения *P*-зубцов. Такую запись можно сделать, подсоединив предсердные электроды к отведениям левой и правой руки. При этом можно получить биполярную запись предсердной ЭКГ в I отведении и монополярную запись в отведениях соответствующих конечностей. Также возможно сделать запись предсердной активности от временных электродов, подсоединив их к одному из грудных отведений ЭКГ.

Запись диагностической предсердной ЭКГ может использоваться, когда *P*-зубцы нечетко прослеживаются на поверхностной ЭКГ (рис. 1) [4]. Более того, она может помочь в дифференциальной диагностике узловой, наджелудочковой и синусовой тахикардии. При узловой тахикардии *P*-зубцы хорошо заметны, когда они наслаиваются на *R*-зубцы или, в некоторых случаях, когда идут отдельно от *R*-зубцов (рис. 2). При наджелудочковой тахикардии *P*–*R*-интервал длиннее, чем *R*–*P*-интервал, а при синусовой тахикардии *P*–*R*-интервал короче *R*–*P*-интервала. Запись предсердной ЭКГ может быть также полезна при выявлении различных степеней блокады сердца и дисфункции синусного

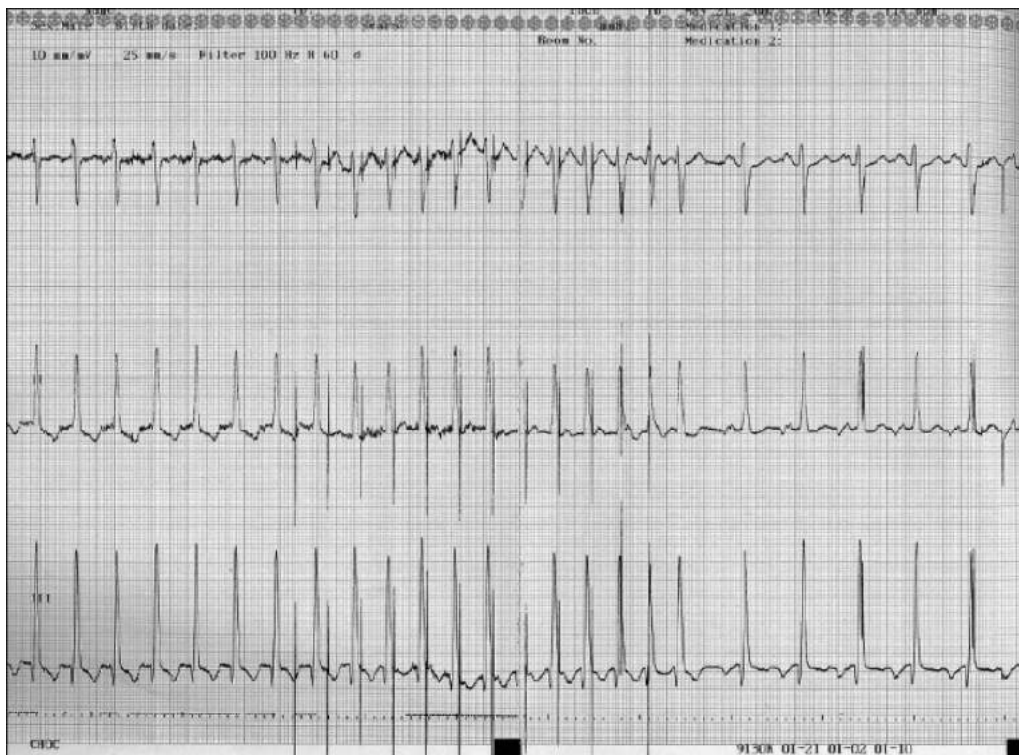


Рис. 3. На первом отрезке ЭКГ демонстрируется медленная предсердная тахикардия с частотой сердечных сокращений 140 уд/мин и атриовентрикулярным проведением 1:1. На втором отрезке — учащающаяся предсердная стимуляция. На третьем отрезке — купирование тахикардии с восстановлением синусового ритма

узла. При блокаде, в противоположность дисфункции синусного узла, предсердная частота выше желудочковой.

Лечение аритмий

Наиболее частыми аритмиями в послеоперационном периоде являются предсердно-желудочковые блокады, дисфункция синусного узла, наджелудочковые тахикардии [2, 3]. Временная сверхчастая стимуляция может купировать трепетание предсердий (рис. 3) и пароксизмальную наджелудочковую тахикардию [4]. Стимуляция на короткий период, как правило, разрывает круг риентри и останавливает тахикардию. При этом целесообразно выставлять частоту временной стимуляции на 10–20 ударов больше частоты тахикардии. При неэффективности частоту временной стимуляции можно увеличить.

У пациентов с эктопической узловой тахикардией временная двухкамерная стимуляция может быть использована для обеспечения предсердно-желудочковой синхронизации путем стимуляции предсердий с большей частотой, чем частота узловой тахикардии.

Необходимо отметить, что дисфункция синусного узла и высокие степени сердечной блокады редко возникают после операций на открытом сердце и связаны с особенностями коррекции ряда врожденных и приобретенных пороков сердца, когда при выполнении хирургических манипуляций может быть вовлечен синусный или атриовентрикулярный узел (коррекция дефектов межжелудочковой перегородки, удаление новообразований сердца и др.). Более чем у половины таких пациентов происходит восстановление нормальной проводимости в течение 10 дней после операции. Временная электрокардиостимуляция в данном случае служит «мостом» между периодом возникновения блокады и восстановлением нормальной проводимости.

мости или между периодом блокады и установкой постоянного электрокардиостимулятора [5].

Негативно могут влиять на гемодинамику появление предсердно-желудочковой диссинхронии, что наиболее неблагоприятно у соматически тяжелых пациентов с сердечной недостаточностью. Временная кардиостимуляция может в данном случае оптимизировать показатели предсердно-желудочкового сокращения, обеспечить адекватный предсердный вклад и улучшить гемодинамику [6].

Программирование

На сегодняшний день общепризнан и используется 5-буквенный номенклатурный код, который был разработан Североамериканским обществом по стимуляции и электрофизиологии (NASPE) и Британской группой по стимуляции и электрофизиологии (BPEG), он также известен как общий код NBG-NASPE/BPEG (см. таблицу) [7]. Первые три позиции обозначают тип воздействия (чувствительность или навязка) и камеры сердца, на которые распространяется воздействие (предсердие и/или желудочек); пункт IV характеризует частотную адаптацию, которая не программируется на временных устройствах кардиостимуляции; в пункте V отмечено наличие отдельной стимуляции предсердий или желудочков (биатриальная или бивентрикулярная стимуляция).

Однокамерные устройства для временной электрокардиостимуляции просты в использовании и могут быть запрограммированы в режимах VVI, VOO, AAI или AOO. Они также имеют большой промежуток окна чувствительности (от 0,5 до 20 мВ), в отличие от других устройств. Современными двухкамерными временными устройствами для электрокардиостимуляции снабжены множеством функций, включая обеспечение стимуляции на заданных нижних и верхних пре-

Обновленный единый международный код программирования электрокардиостимуляции (номенклатура NBG-NASPE/BPEG), 2001 г.

I	II	III	IV	V
Камера/ стимуляция	Камера/ восприятие	Ответ/ восприятие	Модуляция частоты	Многокамерная стимуляция
O A V D = обе камеры (A+V)	O A V D = обе камеры (A+V)	O T I D = обе функции (T+I)	O R	O A V D = обе камеры (A+V)

Примечание. O – нет функции; A – предсердие; V – желудочек; T – триггер; I – подавление; R – модуляция частоты.

делах, атриовентрикулярного интервала, а также послежелудочкового предсердного рефрактерного периода. Одной из самых важных функций является возможность устанавливать пороги предсердной и желудочковой стимуляции (у большинства доступных на рынке временных электрокардиостимуляторов продолжительность электрического импульса, называемая также глубиной импульса, является фиксированной и не может быть изменена врачом). Таким образом, в большинстве ситуаций, возникающих в клинической практике, удается наладить эффективную временную кардиостимуляцию, отвечающую необходимым требованиям для отдельного больного в разные временные промежутки. Педиатрическим пациентам в дополнение может потребоваться обеспечение стимуляции на частотах выше 200 уд/мин. Задать порог стимуляции также возможно до 25 мА. Для курации предсердных тахикардий можно задать частоту до 800 уд/мин, хотя частота стимуляции выше 400 уд/мин редко используется в клинике.

Оптимальные параметры стимуляции и чувствительности должны регулироваться, основываясь на значениях порога. Порог стимуляции можно определить как минимальную мощность выходного сигнала стимулятора (чувствительность, измеренную в вольтах или амперах), необходимую для стимуляции потенциала действия в миокарде. Для определения порога стимуляции во временных электрокардиостимуляторах возможно менять только амплитуду импульса (в вольтах/амперах), длительность или так называемую глубину импульса менять невозможно. Порог стимуляции необходимо проверять каждый день, особенно у пациентов, которые зависят от работы временного электрокардиостимулятора. Для обеспечения должной безопасности стимуляции, как правило, задаются параметры импульса вдвое больше истинного порога стимуляции как в предсердиях, так и в желудочках, хотя последнее невозможно сделать при пороге стимуляции выше 10 мА. Порог чувствительности определяется как минимальный параметр стимулятора, на котором он может воспринимать электрическую активность миокарда. В клинической практике рекомендовано выставлять значения чувствительности вдвое меньше минимальных. В случаях, когда чувствительность задается на больших значениях (режим отсутствия чувствительности), временный электрокардиостимулятор не воспринимает электри-

ческую активность миокарда и переходит из режима ожидания (demand) в режим стимуляции с фиксированной частотой (fixed rate). При установке высоких значений чувствительности временный электрокардиостимулятор может воспринимать электромеханические колебания, которые часто возникают в отделениях реанимации и палатах интенсивной терапии (при работе аппаратов искусственной вентиляции легких, перфузоров и др.) и могут вызвать сбой необходимых значений стимуляции.

Следует отметить, что верхние и нижние границы необходимой частоты стимуляции, а также величина $A-V$ -интервала могут быть разными в зависимости от возраста и состояния пациента. Указанные параметры должны выставляться для достижения адекватного сердечного выброса с учетом физиологических параметров каждого конкретного больного. Чаще всего $A-V$ -интервал выставляется в пределах 100–140 мс.

В современных устройствах для временной электрокардиостимуляции появилась возможность проведения бивентрикулярной стимуляции, что может иметь важное значение для улучшения кардиальной функции у пациентов с сердечной недостаточностью и врожденными пороками сердца. Последнюю можно обеспечить фиксацией электродов к правому и левому желудочку и подсоединением их в один терминал для желудочковой стимуляции в аппарате. На основании многих исследований установлено, что бивентрикулярная стимуляция значительно эффективнее изолированной правожелудочковой, даже у пациентов с нормальным внутривентрикулярным проведением [8–10]. С практической точки зрения необходимо ежедневно проверять пороги стимуляции на обоих желудочках и выставлять значения стимуляции вдвое выше необходимых для достижения эффективной бивентрикулярной стимуляции. Важно также помнить, что активным является отрицательный электрод (катод), а положительный электрод (анод) всегда неактивен, или индифферентен.

Электроды для временной кардиостимуляции

Полярность

Временные электроды для эпикардиальной стимуляции бывают двух полярностей: монополярные и биполярные. Монополярные системы (рис. 4, а) состоят из негативного катода, который должен быть фиксирован обязательно

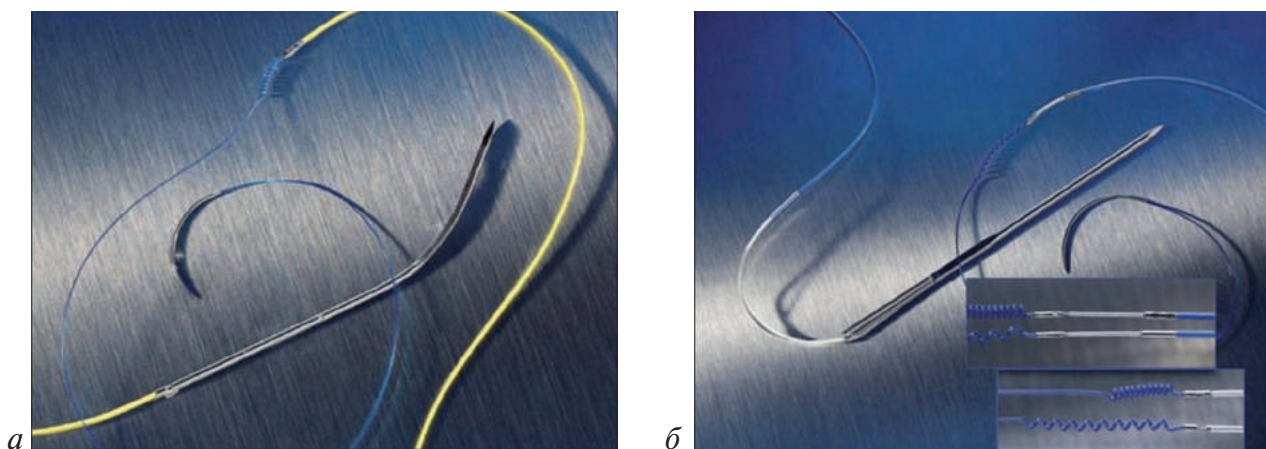


Рис. 4. Временные эпикардиальные электроды:

а – монополярный; *б* – биполярный (расстояние между двумя полюсами для стимуляции составляет 8 мм)

к миокарду, и позитивного анода, который может быть фиксирован к жировой ткани в средостении, хотя наш опыт диктует необходимость интрамиокардиальной фиксации обоих электродов для достижения более эффективной и продолжительной стимуляции с низким порогом чувствительности. Педиатрические электроды для временной кардиостимуляции отличаются более тонким и изящным строением иглы и провода. Монополярные электроды обладают преимуществом перед биполярными ввиду своей экономической эффективности. Биполярные системы состоят из одного электрода, к концу которого проведены как катод, так и анод для эпикардиальной фиксации (рис. 4, *б*). В них ка-

тод расположен дистальнее анода на 8 мм (Medtronic Bipolar Coaxil 6495; Medtronic, США). Благодаря маленькой дистанции между полюсами у биполярных электродов порог стимуляции всегда ниже, а чувствительность лучше, чем у монополярных.

Установка электродов

Временные электроды для электрокардиостимуляции, как правило, устанавливаются после окончания основного этапа операции на сердце, перед закрытием грудной клетки. Эпикардиальные электроды чаще всего подшиваются на свободной стенке правого желудочка. Так можно обеспечить нормальную гемодинамику



а



б

Рис. 5. Современные аппараты для временной электрокардиостимуляции фирмы Medtronic:

а – однокамерный серии 5348; *б* – двухкамерный серии 5388

при наличии выраженной брадикардии и нормальной синхронности предсердий и желудочков. Принимая во внимание возможность развития сердечной недостаточности, особенно у пациентов с тяжелой кардиальной патологией, для лучшей преднагрузки и обеспечения адекватного сердечного выброса во многих медицинских центрах принято устанавливать электроды как на предсердиях, так и на обоих желудочках. После фиксации на сердце электроды выводятся через кожу, рядом со стернотомным разрезом, маркируются и подсоединяются к соответствующим портам электрокардиостимулятора (рис. 5). Важно, чтобы изоляция электродов не была нарушена и они свободно лежали внутри перикардиальной полости без сильного натяжения.

Продолжительность временной электрокардиостимуляции

При использовании временной электрокардиостимуляции необходимо помнить, что функциональность временных электродов ухудшается с каждым днем. Как правило, увеличение порогов стимуляции происходит на 4-е сутки после операции, причем как на предсердиях, так и на желудочках [11]. На 7-е сутки параметры стимуляции могут значительно ухудшиться, что может быть связано с развитием перивоспалительного процесса в местах фиксации и расположения электродов. В этом отношении биполярные временные электроды обладают улучшенными характеристиками по сравнению с монополярными [12, 13]. При адекватном уходе временная электрокардиостимуляция может использоваться до 3 мес перед решением вопроса об имплантации пациенту постоянного водителя ритма [5]. Современные электроды для постоянной электрокардиостимуляции имеют поверхность фиксации, обработанную стероидами, что позволяет уменьшить степень воспаления и способствует более длительной службе на низких порогах стимуляции. Для применения в клинической практике временные электроды со стероидной поверхностью пока не разработаны.

Осложнения временной электрокардиостимуляции

Осложнения, связанные с использованием временной электрокардиостимуляции, случаются редко, тем не менее о них следует помнить. К ним относятся развитие инфекции в области расположения и фиксации электродов, повреждение мио-

карда, развитие тампонады [14, 15]. При удалении электродов следует контролировать показатели ЭКГ и эхокардиографии. При возникновении дополнительной жидкости в полости перикарда после удаления временных электродов необходимо начать усиленную гемостатическую терапию и обеспечить своевременное выполнение процедуры пункции перикарда и/или ревизии полости перикарда по необходимости.

Проведение магнитно-резонансной томографии (МРТ) не рекомендуется у пациентов, которым осуществляется временная электрокардиостимуляция, так как во время исследования могут возникать различные аритмии [16], более того, при нагревании кончика электрода возможно повреждение миокарда [17]. Тем не менее МРТ может безопасно выполняться у больных после удаления временных электродов, а также после срезания их на границе с кожей, так как отсутствие длинной антенны не позволяет им накапливать энергию, исходящую от аппарата МРТ [18].

Альтернатива временной электрокардиостимуляции

В случаях, когда временную эпикардиальную стимуляцию невозможно обеспечить, должны быть рассмотрены варианты эндокардиальной, чреспищеводной или поверхностной (с помощью специальных кожных пластин) временной стимуляции. Системы для поверхностной стимуляции редко применяются в клинике по причине выраженного дискомфорта пациента и необходимости высоких порогов стимуляции, и они, как правило, не используются дольше 24 ч. Эндокардиальная стимуляция может быть обеспечена путем установки специальных электродов трансвенозно в полость правого предсердия или левого желудочка под флюороскопическим контролем, хотя при этом существует риск дислокации электродов, а также перфорации сердца. Чреспищеводная электрокардиостимуляция используется для обеспечения кратковременной предсердной стимуляции, как правило, в учащенном режиме (overdrive), для купирования различных наджелудочковых тахикардий. При этом не удается обеспечить желудочковую стимуляцию, что делает невозможным применение чреспищеводной стимуляции при блокадах сердца. При длительном использовании последней на высоких порогах стимуляции также увеличивается риск повреждения пищевода [19]. Тем не менее существует ряд экспериментальных работ, показывающих возможность эффектив-

ной и безопасной чреспищеводной стимуляции на длительный (более 24 ч) период времени [20].

При необходимости длительной (более 10–14 дней после операции) временной электрокардиостимуляции рекомендовано рассмотреть возможность имплантации постоянного электрокардиостимулятора [21].

Заключение

По нашему мнению, для обеспечения адекватной гемодинамики, а также эффективного ведения пациентов в ранние сроки после операций крайне важно налаживание полноценной предсердно-желудочковой стимуляции, а в некоторых случаях и бивентрикулярной стимуляции сердца. Современные системы для временной электрокардиостимуляции позволяют значительно улучшить функциональный статус пациентов в ранние сроки после операции, и их использование должно рассматриваться как неотъемлемый элемент протокола выполнения всех операций на открытом сердце.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Библиографический список

- Peretto G., Durante A., Limite L.R., Cianflone D. Post-operative arrhythmias after cardiac surgery: incidence, risk factors, and therapeutic management. *Cardiol. Res. Pract.* 2014; 2014: ID 615987.
- Gupta P., Jines P., Gossett J.M., Maurille M., Hanley F.L., Reddy V.M. et al. Predictors for use of temporary epicardial pacing wires after pediatric cardiac surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2012; 144 (3): 557–62.
- Entenmann A., Michel M. Strategies for temporary cardiac pacing in pediatric patients with postoperative junctional ectopic tachycardia. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2016; 30 (1): 217–21.
- Alwaqfi N.R., Ibrahim K.S., Khader Y.S., Baker A.A. Predictors of temporary epicardial pacing wires use after valve surgery. *J. Cardiothorac. Surg.* 2014; 9: 33.
- Chauhan M., Prentice E., Zidan M., Walters H.L. 3rd, Delius R.E., Mastropietro C.W. Necessity of temporary epicardial pacing wires after surgery for congenital heart disease. *Ann. Thorac. Surg.* 2014; 97 (6): 2148–53.
- Бокерия О.Л. Электрокардиостимуляция при сердечной недостаточности: показания и выбор оптимального метода и режима стимуляции. *Анналы аритмологии.* 2004; 1 (1): 22–32.
- Bernstein A.D., Daubert J.C., Fletcher R.D., Hayes D.L., Lüderitz B., Reynolds D.W. et al. The revised NASPE/BPEG generic code for antibradycardia, adaptive-rate, and multisite pacing. North American Society of Pacing and Electrophysiology/British Pacing and Electrophysiology Group. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2002; 25 (2): 260–4.
- Russell S.J., Tan C., O'Keefe P., Ashraf S., Zaidi A., Fraser A.G., Yousef Z.R. Temporary epicardial cardiac resynchronisation versus conventional right ventricular pacing after cardiac surgery: study protocol for a randomised control trial. *Trials.* 2012; 13: 20.
- Sohal M., Shetty A., Niederer S., Lee A., Chen Z., Jackson T. et al. Mechanistic insights into the benefits of multisite pacing in cardiac resynchronisation therapy: the importance of electrical substrate and rate of left ventricular activation. *Heart Rhythm.* 2015; 12 (12): 2449–57.
- García-Bengochea J.B., Fernández A.L., Calvelo D.S., Escudero J.A., Gude F., González Juanatey J.R. Temporary epicardial left ventricular and biventricular pacing improves cardiac output after cardiopulmonary bypass. *J. Cardiothorac. Surg.* 2012; 7: 113.
- Ley S.J., Koulakis D. Temporary pacing after cardiac surgery. *AACN Adv. Crit. Care.* 2015; 26 (3): 275–80.
- Aser R., Orhan C., Niemann B., Roth P., Perepelitsa A., Attmann T., Böning A. Temporary epicardial pacemaker wires: significance of position and electrode type. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014; 62 (1): 66–9.
- Sullivan B.L., Bartels K., Hamilton N. Insertion and management of temporary pacemakers. *Semin. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2016; 20 (1): 52–62.
- Elmistekawy E., Gee Y.Y., Une D., Lemay M., Stolarik A., Rubens F.D. Clinical and mechanical factors associated with the removal of temporary epicardial pacemaker wires after cardiac surgery. *J. Cardiothorac. Surg.* 2016; 11: 8.
- Бокерия Л.А., Ревиншвили А.Ш., Гордеев О.Л. Клинические рекомендации по применению электрокардиостимуляторов. *Вестник аритмологии.* 2009; 58: 60–79.
- Peden C.J., Collins A.G., Butson P.C., Whitwam J.G., Young I.R. Induction of microcurrents in critically ill patients in magnetic resonance systems. *Crit. Care Med.* 1993; 21 (12): 1923–8.
- Luechinger R., Zeijlemaker V.A., Pedersen E.M., Mortensen P., Falk E., Duru F. et al. In vivo heating of pacemaker leads during magnetic resonance imaging. *Eur. Heart J.* 2005; 26 (4): 376–83.
- Hartnell G.G., Spence L., Hughes L.A., Cohen M.C., Sao-uaf R., Buff B. Safety of MR imaging in patients who have retained metallic materials after cardiac surgery. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1997; 168 (5): 1157–9.
- Köhler H., Zink S., Scharf J., Koch A. Severe esophageal burn after transesophageal pacing. *Endoscopy.* 2007; 39 (Suppl. 1): E300.
- Sanders R.A., Chapel E.H. Effect of pulse width on transesophageal atrial pacing in dogs. *Vet. Anaesth. Analg.* 2016; 43 (3): 256–61.
- Maciag A., Syska P., Oręziak A., Przybylski A., Broy B., Kolsut P. et al. Long-term temporary pacing with an active fixation lead. *Kardiol. Pol.* 2015; 73 (12): 1304–9.

References

- Peretto G., Durante A., Limite L.R., Cianflone D. Post-operative arrhythmias after cardiac surgery: incidence, risk factors, and therapeutic management. *Cardiol. Res. Pract.* 2014; 2014: ID 615987.
- Gupta P., Jines P., Gossett J.M., Maurille M., Hanley F.L., Reddy V.M. et al. Predictors for use of temporary epicardial pacing wires after pediatric cardiac surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2012; 144 (3): 557–62.
- Entenmann A., Michel M. Strategies for temporary cardiac pacing in pediatric patients with postoperative junctional ectopic tachycardia. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2016; 30 (1): 217–21.
- Alwaqfi N.R., Ibrahim K.S., Khader Y.S., Baker A.A. Predictors of temporary epicardial pacing wires use after valve surgery. *J. Cardiothorac. Surg.* 2014; 9: 33.
- Chauhan M., Prentice E., Zidan M., Walters H.L. 3rd, Delius R.E., Mastropietro C.W. Necessity of temporary epicardial pacing wires after surgery for congenital heart disease. *Ann. Thorac. Surg.* 2014; 97 (6): 2148–53.
- Bockeria O.L. Cardiac pacing during heart failure: the indications and choice of the optimal method and mode of stimulation. *Annaly Aritmologii.* 2004; 1 (1): 22–32 (in Russ.).
- Bernstein A.D., Daubert J.C., Fletcher R.D., Hayes D.L., Lüderitz B., Reynolds D.W. et al. The revised NASPE/BPEG generic code for antibradycardia, adaptive-rate, and multisite pacing. North American Society of Pacing and Electrophysiology/British Pacing and Electrophysiology Group. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2002; 25 (2): 260–4.
- Russell S.J., Tan C., O'Keefe P., Ashraf S., Zaidi A., Fraser A.G., Yousef Z.R. Temporary epicardial cardiac resynchronisation versus conventional right ventricular pacing after cardiac surgery: study protocol for a randomised control trial. *Trials.* 2012; 13: 20.

9. Sohal M., Shetty A., Niederer S., Lee A., Chen Z., Jackson T. et al. Mechanistic insights into the benefits of multisite pacing in cardiac resynchronization therapy: the importance of electrical substrate and rate of left ventricular activation. *Heart Rhythm*. 2015; 12 (12): 2449–57.
10. García-Bengochea J.B., Fernández A.L., Calvelo D.S., Escudero J.A., Gude F., González Juanatey J.R. Temporary epicardial left ventricular and biventricular pacing improves cardiac output after cardiopulmonary bypass. *J. Cardiothorac. Surg.* 2012; 7: 113.
11. Ley S.J., Koulakis D. Temporary pacing after cardiac surgery. *AACN Adv. Crit. Care*. 2015; 26 (3): 275–80.
12. Aser R., Orhan C., Niemann B., Roth P., Perepelitsa A., Attmann T., Böning A. Temporary epicardial pacemaker wires: significance of position and electrode type. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014; 62 (1): 66–9.
13. Sullivan B.L., Bartels K., Hamilton N. Insertion and management of temporary pacemakers. *Semin. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2016; 20 (1): 52–62.
14. Elmistekawy E., Gee Y.Y., Une D., Lemay M., Stolarik A., Rubens F.D. Clinical and mechanical factors associated with the removal of temporary epicardial pacemaker wires after cardiac surgery. *J. Cardiothorac. Surg.* 2016; 11: 8.
15. Bockeria L.A., Revishvili A.Sh., Gordeev O.L. Clinical recommendations for the use of cardiac pacemakers. *Vestnik Aritmologii*. 2009; 58: 60–79 (in Russ.).
16. Peden C.J., Collins A.G., Butson P.C., Whitwam J.G., Young I.R. Induction of microcurrents in critically ill patients in magnetic resonance systems. *Crit. Care Med.* 1993; 21 (12): 1923–8.
17. Luechinger R., Zeijlemaker V.A., Pedersen E.M., Mortensen P., Falk E., Duru F. et al. In vivo heating of pacemaker leads during magnetic resonance imaging. *Eur. Heart J.* 2005; 26 (4): 376–83.
18. Hartnell G.G., Spence L., Hughes L.A., Cohen M.C., Saouaf R., Buff B. Safety of MR imaging in patients who have retained metallic materials after cardiac surgery. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1997; 168 (5): 1157–9.
19. Köhler H., Zink S., Scharf J., Koch A. Severe esophageal burn after transesophageal pacing. *Endoscopy*. 2007; 39 (Suppl. 1): E300.
20. Sanders R.A., Chapel E.H. Effect of pulse width on transesophageal atrial pacing in dogs. *Vet. Anaesth. Analg.* 2016; 43 (3): 256–61.
21. Maciag A., Syska P., Oręziak A., Przybylski A., Broy B., Kołsut P. et al. Long-term temporary pacing with an active fixation lead. *Kardiol. Pol.* 2015; 73 (12): 1304–9.

Поступила 06.07.2016

Принята к печати 27.07.2016