

© Л.А. БОКЕРИЯ, О.Л. БОКЕРИЯ, М.Б. БИНИАШВИЛИ, 2016  
© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2016

УДК 616.12-008.318-089:615.844.03

DOI: 10.15275/annaritmol.2016.3.6

## ТЕХНИКА ИМПЛАНТАЦИИ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯЦИИ

*Тип статьи: практикум*

*Л.А. Бокерия, 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 Лео Антонович, доктор мед. наук, профессор, академик РАН и РАМН, директор Центра  
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

*Временные электроды имплантируются в миокард во время выполнения операции и могут быть использованы для предсердной или желудочковой стимуляции, а также для предсердно-желудочковой стимуляции в раннем послеоперационном периоде. Одними из самых значимых нарушений ритма, требующих временной кардиостимуляции, являются брадикардии, узловые аритмии и атриовентрикулярные блокады. У пациентов с сердечной недостаточностью синхронизированная атриовентрикулярная стимуляция может значительно улучшить гемодинамику. Электроды обычно фиксируются на свободной эпикардальной поверхности правого желудочка и правого предсердия, выводятся наружу чрескожно и закрепляются вблизи стернотомного разреза. Несмотря на использование современных электродов с улучшенной проводимостью и правильной техники имплантации, порог стимуляции с каждым днем после операции увеличивается. Временные электроды для стимуляции должны имплантироваться после всех операций на открытом сердце. Их применение в кардиохирургии связано с низкой заболеваемостью и смертностью. Частота осложнений не превышает 0,04%, и большинство из них возникает во время удаления электродов. Ежедневный мониторинг позволяет избежать редких, но тяжелых осложнений, связанных с временной стимуляцией.*

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

## TEMPORARY PACING WIRES IMPLANTATION TECHNIQUE

*L.A. Bockeria, O.L. Bockeria, M.B. Biniashvili*

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

Bockeria Leo Antonovich, MD, PhD, DSc, Professor, Academician of RAS and RAMS, Director  
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

*The pacing electrodes are implanted during surgery and are used for atrial or ventricular, as well as atrioventricular pacing in the post-operative period. The most important arrhythmias necessitating pacing include bradycardia, nodal or junctional arrhythmias and atrioventricular block. Patients with myocardial impairment may benefit from the atrioventricular synchrony that pacing provides. Pacing wires usually fixed on the epicardial surface of right atrium and ventricle are passed percutaneously near the midline and are secured. There is an increase in atrial and ventricular threshold when pacing is continued beyond a few days postoperatively. Its function has been shown to deteriorate on a daily basis. Temporary epicardial pacing should be used routinely during open heart surgery. It is associated with low morbidity and mortality. A review of the routine use of temporary pacing wires reported an incidence of major complications of 0.04%. This is mainly associated with the complications occurring during wire removal. Daily monitoring allows to avoid the rare but potentially severe complications.*

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

## Введение

Начиная с 1960 г. в кардиохирургии стала активно использоваться методика подшивания электродов для возможности налаживания временной кардиостимуляции как для терапевтических, так и для диагностических целей [1]. 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. Более того, их можно применять для подавления предсердных и желудочковых нарушений ритма [2].

Основным показанием для имплантации временных электродов является наличие периоперационных аритмий, которые могут существенно ухудшить гемодинамику. При наличии временных электродов возможно налаживание предсердной и желудочковой стимуляции как интраоперационно, так и в отделении реанимации, для оптимизации кардиальной функции путем достижения необходимых значений частоты сердечных сокращений (ЧСС), что в свою очередь увеличивает сердечный выброс. Одними из самых значимых нарушений ритма, требующих временной кардиостимуляции, являются брадикардии, узловые аритмии и атриовентрикулярные блокады [3]. У пациентов с сердечной недостаточностью синхронизированная атриовентрикулярная стимуляция может значительно улучшить гемодинамику [4, 5].

Мультивариантный анализ выявил факторы риска, которые были взаимосвязаны с необходи-

мостью использования временной кардиостимуляции. К ним относятся наличие аритмий в анамнезе, использование стимуляции при завершении искусственного кровообращения и сахарный диабет [6, 7].

## Хирургическая техника

Как правило, временные предсердные и/или желудочковые электроды подшивают в конце основного этапа операции на открытом сердце. Электроды обычно фиксируют на свободной эпикардиальной поверхности правого желудочка и предсердия, выводят наружу чрескожно и закрепляют близко от стернотомного разреза (рис. 1).

Предсердные электроды подшивают к ушке правого предсердия или к его свободной боковой стенке (рис. 2). Один из предсердных электродов может быть завернут внутри кисетного шва на ушке правого предсердия после венозной деканюляции, хотя такая техника имплантации электрода менее эффективна по сравнению с подшиванием его на боковой стенке правого предсердия [8]. Для достижения адекватной стимуляции электроды желательнее располагать строго субэпикардиально в правом желудочке и правом предсердии (рис. 2–4).

Левожелудочковые электроды могут быть расположены в области верхушки, в межсосудистой зоне, между дистальной частью передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии и ветвью тупого края огибающей артерии. Расположение электродов на левом желудочке имеет важное значение для обеспечения

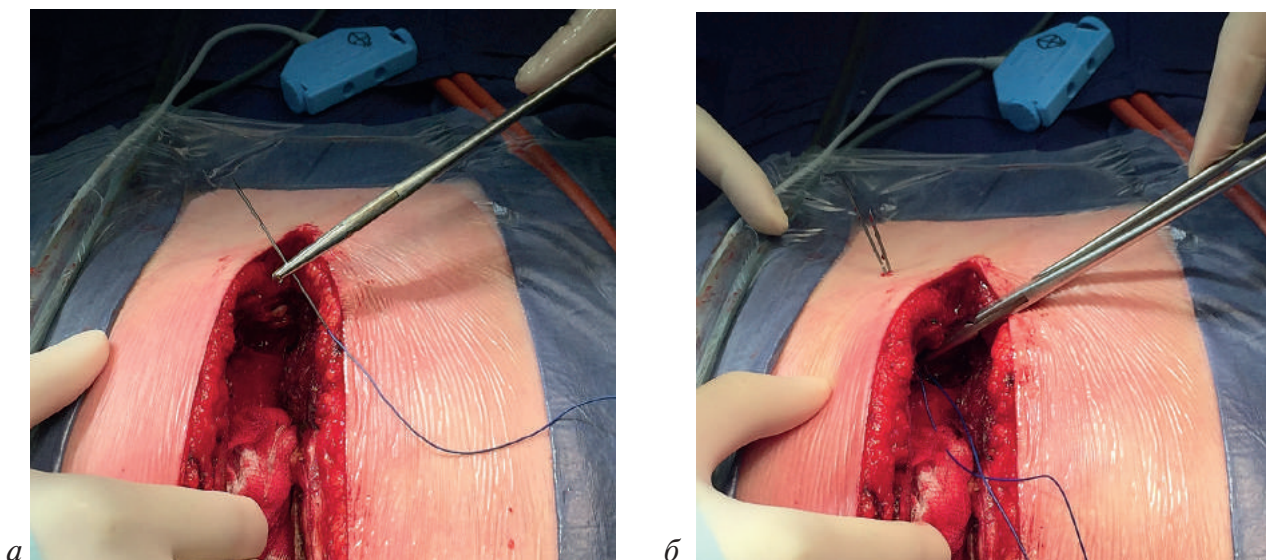


Рис. 1. Этап проведения электрода для временной стимуляции через нижний угол стернотомной раны (а, б)

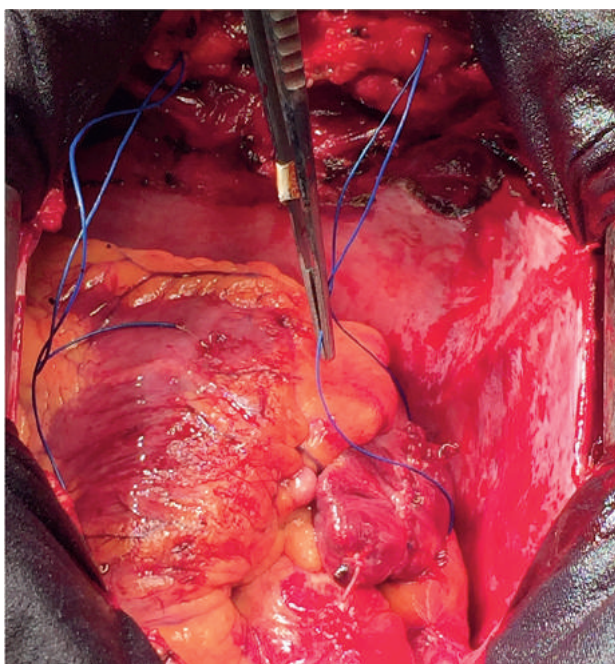


Рис. 2. Фиксированные электроды на эпикардиальной поверхности правого желудочка и правого предсердия

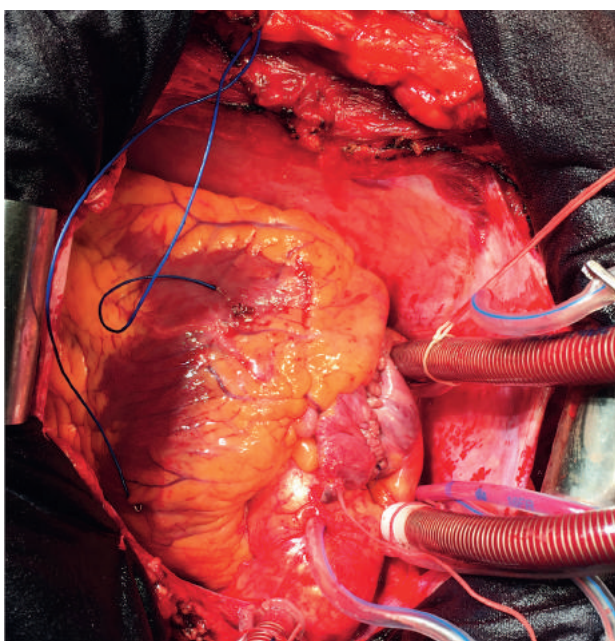


Рис. 4. Фиксированные электроды на эпикардиальной поверхности правого желудочка

бивентрикулярной стимуляции у пациентов с сердечной недостаточностью и блокадой левой ножки пучка Гиса [9]. Боковой отдел левого желудочка считается самым удачным местом позиционирования электродов для достижения наилучшего гемодинамического эффекта при стимуляции. Тем не менее A.L. Dekker et al. отмечают, что место наилучшего позиционирования электродов на эпикарде левого желудочка

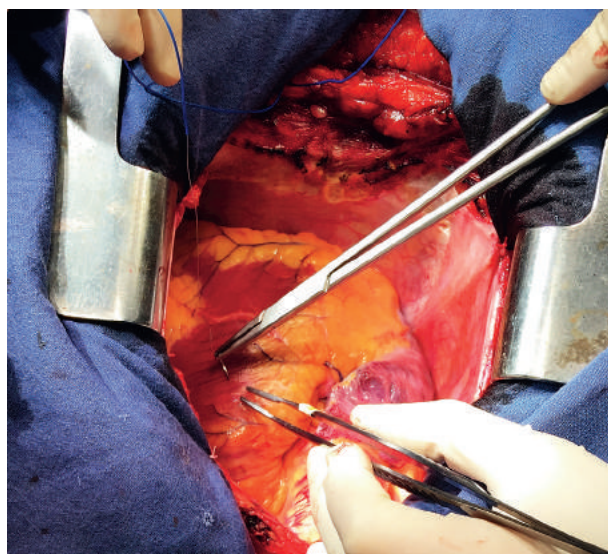


Рис. 3. Этап фиксации временного электрода в области свободной стенки правого желудочка



Рис. 5. Показатели электрокардиографии и центральной гемодинамики на фоне физиологической предсердно-желудочковой стимуляции сердца к концу операции

может сильно варьироваться [10]. Общеизвестно, что у пациентов с сердечной недостаточностью электроды на левом желудочке лучше располагать на боковой или задней стенке, так как в этом случае они могут давать раннее возбуждение в наиболее отсроченный регион активации, дополнительно снижая митральную недостаточность путем стимуляции папиллярных мышц [11, 12].

Необходимо отметить, что у пациентов после аортокоронарного шунтирования особое внимание должно уделяться месту установки электродов – позади, а не спереди шунтов во избежание возможных осложнений, связанных с их сдавливанием или повреждением. Чаще всего

для временной стимуляции используют монополярные электроды. На медицинском рынке также доступны биполярные электроды, на подшивание которых затрачивается меньше времени из-за необходимости подшивания одного электрода вместо двух. Тем не менее на практике предпочтение отдается тем электродам, которые наиболее доступны для медицинского центра или отдельного хирурга, учитывая стоимость и эффективность.

У пациентов с брадикардией навязывается ЧСС 70–90 уд/мин. Порог стимуляции проверяют сразу же после имплантации электродов, и в дальнейшем используют на несколько миллиамперов выше триггерного порога для стимуляции. Для обеспечения оптимальных значений стимуляции ее порог необходимо проверять после операции ежедневно (рис. 5).

#### **Удаление временных электродов**

Временные электроды обычно удаляют на 5–7-е сутки после операции. При необходимости более продолжительной стимуляции должен быть рассмотрен вопрос об использовании эндокардиальной стимуляции. Перед удалением электродов оценивают жизненные показатели, развернутую коагулограмму, проводят эхокардиографический контроль до и после процедуры. Электроды удаляют аккуратным подтягиванием чрескожно. В некоторых случаях целесообразно срезать электроды у основания кожи для предупреждения кровотечений из тонкостенного предсердия.

#### **Осложнения при установке временных электродов**

Во время подшивания электродов могут возникнуть кровотечения. Как правило, их можно остановить путем наложения дополнительного шва. Тем не менее в некоторых случаях существует вероятность образования гематом или надрывов стенки миокарда, что может потребовать дополнительных хирургических маневров, включая использование биологического клея, укрепление стенки прослойкой из жировой ткани и/или биологическими заплатами.

Увеличение порогов стимуляции является частым явлением после операции. Несмотря на использование современных электродов с улучшенной проводимостью и правильной техники имплантации, порог стимуляции увеличивается с каждым днем после операции [13]. Последнее может привести к потере чувствительности и ут-

рате функции стимуляции. В послеоперационном периоде возможно смещение электродов, более того, наличие инфекционного процесса может ограничить длительное использование временных электродов. В некоторых случаях при раздражении диафрагмального нерва наблюдается стимуляция диафрагмы. Этого можно избежать имплантацией электродов в удалении от диафрагмального нерва.

#### **Заключение**

В заключение необходимо отметить, что применение временной электрокардиостимуляции в кардиохирургии характеризуется редкими осложнениями и единичными случаями смерти. Осложнения в основном возникают во время удаления электродов, и их частота не превышает 0,04% [12]. В настоящее время многие хирурги рутинно устанавливают предсердные и/или желудочковые электроды во время окончания искусственного кровообращения. Некоторые применяют временные электроды лишь при наличии у пациента нарушений ритма, которые могут ухудшить течение послеоперационного периода. Однако потенциальная вероятность гемодинамически значимых нарушений ритма после любой кардиохирургической операции диктует необходимость рассматривать процедуру установки временных электродов в качестве обязательного элемента протокола выполнения всех операций на открытом сердце.

#### **Конфликт интересов**

Конфликт интересов не заявляется.

#### **Библиографический список**

1. Hodam R.P., Starr A. Temporary postoperative epicardial pacing electrodes. Their value and management after open-heart surgery. *Ann. Thorac. Surg.* 1969; 8: 506–10.
2. Бокерия Л.А., Ревитов А.Ш., Гордеев О.Л. Клинические рекомендации по применению электрокардиостимуляторов. *Вестник аритмологии.* 2009; 58: 60–79.
3. Waldo A.L., MacLean W.A., Cooper T.B., Kouchoukos N.T., Karp R.B. Use of temporarily placed epicardial atrial wire electrodes for the diagnosis and treatment of cardiac arrhythmias following open heart surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1978; 76: 500–5.
4. Curtis J.J., Maloney J.D., Barnhorst D.A., Pluth J.R., Hartzler G.O., Wallace R.B. A critical look at temporary ventricular pacing following cardiac surgery. *Surgery.* 1977; 82: 888–93.
5. Hartzler G.O., Maloney J.D., Curtis J.J., Barnhorst D.A. Hemodynamic benefits of atrioventricular sequential pacing after cardiac surgery. *Am. J. Cardiol.* 1977; 40: 232–6.
6. Bethea B.T., Salazar J.D., Grega M.A., Doty J.R., Fitton T.P., Alejo D.E. et al. Determining the utility of temporary pacing wires after coronary artery bypass surgery. *Ann. Thorac. Surg.* 2005; 79: 104–7.
7. Puskas J.D., Sharoni E., Williams W.H., Petersen R., Duke P., Guyton R.A. Is routine use of temporary epicardial pacing wires

- necessary after either OPCAB or conventional CABG/CPB? *Heart Surg. Forum.* 2003; 6: E103–6.
8. Samuels L.E., Samuels F.L., Kaufman M.S., Morris R.J., Brockman S.K. Temporary epicardial atrial pacing electrodes: duration of effectiveness based on position. *Am. J. Med. Sci.* 1998; 315: 248–50.
  9. Бокерия О.Л. Электрокардиостимуляция при сердечной недостаточности: показания и выбор оптимального метода и режима стимуляции. *Анналы аритмологии.* 2004; 1 (1): 22–32.
  10. Dekker A.L., Phelps B., Dijkman B. van der Nagel T., van der Veen F.H., Geskes G.G., Maessen J.G. Epicardial left ventricular lead placement for cardiac resynchronization therapy: optimal pace site selection with pressure-volume loops. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2004; 127 (6): 1641–7.
  11. Butter C., Auricchio A., Stellbrink C., Fleck E., Ding J., Yu Y. et al. Effect of resynchronization therapy stimulation site on the systolic function of heart failure patients. *Circulation.* 2001; 104: 3026–9.
  12. Navia J.L., Atik F.A., Grimm R.A., Garcia M., Vega P.R., Myhre U. et al. Minimally invasive left ventricular epicardial lead placement: surgical techniques for heart failure resynchronization therapy. *Ann. Thorac. Surg.* 2005; 79: 1536–44, discussion 1536–44.
  13. Elmi F., Tullo N.G., Khalighi K. Natural history and predictors of temporary epicardial pacemaker wire function in patients after open heart surgery. *Cardiology.* 2002; 98: 175–80.
  4. Curtis J.J., Maloney J.D., Barnhorst D.A., Pluth J.R., Hartzler G.O., Wallace R.B. A critical look at temporary ventricular pacing following cardiac surgery. *Surgery.* 1977; 82: 888–93.
  5. Hartzler G.O., Maloney J.D., Curtis J.J., Barnhorst D.A. Hemodynamic benefits of atrioventricular sequential pacing after cardiac surgery. *Am. J. Cardiol.* 1977; 40: 232–6.
  6. Bethea B.T., Salazar J.D., Grega M.A., Doty J.R., Fitton T.P., Alejo D.E. et al. Determining the utility of temporary pacing wires after coronary artery bypass surgery. *Ann. Thorac. Surg.* 2005; 79: 104–7.
  7. Puskas J.D., Sharoni E., Williams W.H., Petersen R., Duke P., Guyton R.A. Is routine use of temporary epicardial pacing wires necessary after either OPCAB or conventional CABG/CPB? *Heart Surg. Forum.* 2003; 6: E103–6.
  8. Samuels L.E., Samuels F.L., Kaufman M.S., Morris R.J., Brockman S.K. Temporary epicardial atrial pacing electrodes: duration of effectiveness based on position. *Am. J. Med. Sci.* 1998; 315: 248–50.
  9. Bockeria O.L. Cardiac pacing in heart failure: indications and selection of the optimal method and mode of stimulation. *Annaly Aritmologii.* 2004; 1 (1): 22–32 (in Russ.).
  10. Dekker A.L., Phelps B., Dijkman B. van der Nagel T., van der Veen F.H., Geskes G.G., Maessen J.G. Epicardial left ventricular lead placement for cardiac resynchronization therapy: optimal pace site selection with pressure-volume loops. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2004; 127 (6): 1641–7.
  11. Butter C., Auricchio A., Stellbrink C., Fleck E., Ding J., Yu Y. et al. Effect of resynchronization therapy stimulation site on the systolic function of heart failure patients. *Circulation.* 2001; 104: 3026–9.
  12. Navia J.L., Atik F.A., Grimm R.A., Garcia M., Vega P.R., Myhre U. et al. Minimally invasive left ventricular epicardial lead placement: surgical techniques for heart failure resynchronization therapy. *Ann. Thorac. Surg.* 2005; 79: 1536–44, discussion 1536–44.
  13. Elmi F., Tullo N.G., Khalighi K. Natural history and predictors of temporary epicardial pacemaker wire function in patients after open heart surgery. *Cardiology.* 2002; 98: 175–80.

### References

1. Hodam R.P., Starr A. Temporary postoperative epicardial pacing electrodes. Their value and management after open-heart surgery. *Ann. Thorac. Surg.* 1969; 8: 506–10.
2. Bockeria L.A., Revishvili A.Sh., Gordeev O.L. Clinical recommendations for the use of pacemakers. *Vestnik Aritmologii.* 2009; 58: 60–79 (in Russ.).
3. Waldo A.L., MacLean W.A., Cooper T.B., Kouchoukos N.T., Karp R.B. Use of temporarily placed epicardial atrial wire electrodes for the diagnosis and treatment of cardiac arrhythmias following open heart surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1978; 76: 500–5.

Поступила 18.03.2016  
Принята к печати 28.03.2016