

7. Cori A. D., Bongioni M. G., Arena G. et al. New-onset ventricular tachycardia after cardiac resynchronization therapy // J. Interv. Card. Electrophysiol. — 2005. — Vol. 12. — P. 231–235.
8. Fish J. M., Di Diego J. M., Nesterenko V. et al. Epicardial activation of the left ventricular wall prolongs QT interval and transmural dispersion of repolarization. Implications for biventricular pacing // Circulation. — 2004. — Vol. 109. — P. 2136–2142.
9. Galvao S. S., Barcellos C. M., Vasconcelos J. T. et al. Ventricular resynchronization through biventricular cardiac pacing for the treatment of refractory heart failure in dilated cardiomyopathy // Arq. Bras. Cardiol. — 2002. — Vol. 78. — P. 39–50.
10. Garrigue S., Barold S. S., Hocini M. et al. Treatment of drug refractory ventricular tachycardia by biventricular pacing // Pacing Clin. Electrophysiol. — 2000. — Vol. 23. — P. 1700–1702.
11. Garrigue S., Reuter S., Efimov I. R. et al. Optical mapping technique applied to biventricular pacing: potential mechanisms of ventricular arrhythmias occurrence // Ibid. — 2003. — Vol. 26 (1 Pt. 2). — P. 197–205.
12. Geller J. C., Rosen M. R. Persistent T-wave changes after alteration of the ventricular activation sequence: new insights into cellular mechanisms of cardiac memory // Circulation. — 1993. — Vol. 88. — P. 1811–1819.
13. Guerra J. M., Wu J., Miller J. M. et al. Increase in ventricular tachycardia frequency after biventricular implantable cardioverter defibrillator upgrade // J. Cardiovasc. Electrophysiol. — 2003. — Vol. 14. — P. 1245–1247.
14. Higgins S. L., Yong P., Sheek D. et al. Biventricular pacing diminishes the need for implantable cardioverter defibrillator therapy: Ventak CHF Investigators // J. Amer. Coll. Cardiol. — 2000. — Vol. 36. — P. 824–827.
15. Kowal R. C., Wasmund S. L., Smith M. L. et al. Biventricular pacing reduces the induction of monomorphic ventricular tachycardia: potential mechanism for arrhythmia suppression // Heart Rhythm. — 2004. — Vol. 1. — P. 295–300.
16. Leclercq C., Alonso C., Revault F. et al. Medium-term results of multisite biventricular stimulation in severe cardiac failure (in French) // Arch. Mal. Coeur. Vaiss. — 2002. — Vol. 95. — P. 253–259.
17. Libbus I., Rosenbaum D. S. Transmural action potential changes underlying ventricular electrical remodeling // J. Cardiovasc. Electrophysiol. — 2003. — Vol. 14. — P. 394–402.
18. Livanis E. G., Flevary P., Theodorakis G. N. et al. Effect of biventricular pacing on heart rate variability in patients with chronic heart failure // Eur. J. Heart Fail. — 2003. — Vol. 5. — P. 175–178.
19. Medina-Ravell V. A., Lankipalli R. S., Yan G. X. et al. Effect of epicardial or biventricular pacing to prolong Q–T interval and increase transmural dispersion of depolarization. Does resynchronization therapy pose a risk for patients predisposed to long QT or torsade de pointes? // Circulation. — 2003. — Vol. 107. — P. 740–746.
20. Merkely B., Geller L., Bartha E. et al. Multichamber pacing: a new non-pharmacologic method for the treatment of severe heart failure (in Hungarian) // Magyar Seb. — 2001. — Vol. 54 (Suppl.). — P. 47–52.
21. Strickberger S. A., Contu J., Daoud E. G. et al. Patient selection for cardiac resynchronization therapy // Circulation. — 2005. — Vol. 111. — P. 2146–2150.
22. Tanabe Y., Chinushi M., Washizuka T. et al. Suppression of electrical storm by biventricular pacing in a patient with idiopathic dilated cardiomyopathy and ventricular tachycardia // Pacing Clin. Electrophysiol. — 2003. — Vol. 26 (Pt. 1). — P. 101–102.
23. Turitto G., Houy S., Gupta R. et al. Right ventricular but not biventricular pacing increases markers of ventricular electrical instability // J. Amer. Coll. Cardiol. — 2004. — Vol. 43 (Suppl. A). — P. 149A.
24. Yan G. X., Antzelevitch C. Cellular basis for the normal T wave and the electrocardiographic manifestations of the long-QT syndrome // Circulation. — 1998. — Vol. 98. — P. 1928–1936.
25. Yan G. X., Rials S. J., Wu Y. et al. Ventricular hypertrophy amplifies transmural repolarization dispersion and induces early afterdepolarization // Amer. J. Physiol. — 2001. — Vol. 281. — P. H1968–H1975.
26. Zagrodzky J. D., Ramaswamy K., Page R. L. et al. Biventricular pacing decreases the inducibility of ventricular tachycardia in patients with ischemic cardiomyopathy // Amer. J. Cardiol. — 2001. — Vol. 87. — P. 1208–1210.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2006

УДК 616.124.2:617-089.843

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРАКОСКОПИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ИМПЛАНТАЦИИ РЕСИНХРОНИЗИРУЮЩИХ ЭПИКАРДИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ В ЛЕВЫЙ ЖЕЛУДОЧЕК

Л. А. Бокерия, З. Б. Махалдiani, М. Б. Биниашвили

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

Приблизительно 30% пациентов с хронической сердечной недостаточностью имеют внутрижелудочковые нарушения проводимости, которые вызывают потерю механической желудочковой синхронизации [15]. Желудочковая десинхронизация является причиной задержки сокращения свободной стенки левого желудочка по

отношению к перегородке, что в свою очередь обуславливает неадекватную работу сердца и нарушение систолической и диастолической функции ЛЖ [4, 19].

Левожелудочковая или бивентрикулярная стимуляция позволяет обеспечить механическую ресинхронизацию перегородки и свободной стенки

ЛЖ [17, 23, 28]. Как показывают многоцентровые исследования, указанная процедура улучшает клиническое течение заболевания у 70% пациентов с хронической сердечной недостаточностью [3, 8].

В группе пациентов с хронической сердечной недостаточностью и нарушением внутрисердечной проводимости ресинхронизационная терапия улучшает функциональный класс сердечной недостаточности, повышает толерантность к физической нагрузке и сократительную способность ЛЖ [1, 3, 8, 24], а также уменьшает объем ЛЖ и регургитацию на митральном клапане [29, 30].

Чрескожная катетерная техника позволяет расположить электроды для стимуляции ЛЖ в коронарных венах. Однако данная процедура технически сложновыполнима, требует длительного периода обучения, имеет высокий риск осложнений, более того, в среднем в 8% случаев она практически неосуществима [3, 8].

Данное обстоятельство явилось одной из причин появления альтернативных методов установки электродов на эпикардальную поверхность ЛЖ доступом из мини-торакамии [13, 20] или с использованием торакоскопической техники, в том числе с применением телеманипуляторных систем [12, 21, 27]. На сегодняшний день в мировой литературе имеются публикации, посвященные фундаментальным и техническим аспектам торакоскопического метода имплантации электродов в эпикард ЛЖ для проведения ресинхронизационной терапии.

Методикой выбора для стимуляции ЛЖ в рамках проведения ресинхронизационной терапии является имплантация электрода в коронарный синус и проведение его далее в эпикардальную вену ЛЖ [19]. Однако данная методика чрескожной катетерной имплантации является сложновыполнимой процедурой, связанной с серьезными осложнениями. Как показали результаты исследования MIRACLE (The Multisite InSync Randomized Clinical Evaluation), в 7,53% случаев невозможна имплантация ЛЖ-электродов, в 3,78% и 1,8% случаев необходима ранняя реимплантация и соответственно замена электродов [3].

В исследовании MUSTIC (The Multisite Stimulation in Cardiomyopathy) было выявлено, что при использовании чрескожной катетерной методики имплантация ЛЖ-электродов неэффективна в 8% случаев и что при использовании данного метода имплантации в 13% случаев наблюдается смещение электродов в ближайшем послеоперационном периоде [8].

В целом, можно сказать, что при катетерной эндокардиальной имплантации электродов частота неэффективной стимуляции ЛЖ колеблется от 8% в исследовании MIRACLE до 12,5% в исследова-

нии MUSTIC. Повышение опыта рентгенохирурга (инвазивного аритмолога) позволяет сократить время проведения процедуры, а также снизить частоту развития осложнений, хотя в определенных случаях это зависит от большой вариабельности анатомии самого коронарного синуса сердца, а не от опыта врача.

Ранее имплантация электродов непосредственно в эпикард ЛЖ была наиболее часто используемой техникой для проведения желудочковой ресинхронизации [9, 10]. Однако в дальнейшем хирургическая имплантация была заменена введением электродов в эпикардальные вены ЛЖ в связи с высокой частотой интраоперационных осложнений и смертностью и низким качеством стимуляции [11]. На сегодняшний день хирургическая эпикардальная имплантация ресинхронизирующих электродов в ЛЖ применяется в случаях, когда невозможно выполнить чрескожную процедуру имплантации [12, 20, 21].

Хирургические доступы к свободной стенке ЛЖ для проведения ресинхронизационной терапии могут быть выполнены из мини-торакамии или с помощью левостороннего торакоскопического доступа. Необходимо отметить, что при использовании хирургической торакамии осложнений ресинхронизационной терапии больше, чем при выполнении торакоскопических процедур [22]. По этой причине торакамия нечасто используется для желудочковой синхронизации как метод выбора, хотя ее выполнение становится необходимым при безуспешной торакоскопической процедуре [21].

Торакоскопическая техника имплантации электродов в свободную стенку ЛЖ для ресинхронизации является альтернативным методом в том случае, когда внутривенная катетерная доставка электродов невыполнима. Более того, для указанных целей в последнее время стали применять различные телеманипуляторные инструментальные системы (ТЕМИС), например, робота «Da Vinci» («Intuitive Surgical Inc.», USA). ТЕМИС позволяют воспроизводить изображение в 3D-формате, а также использовать торакоскопический инструментарий с 6 степенями свободы движения инструмента и более безопасно выполнять имплантацию электрода в стенку ЛЖ на работающем сердце. Однако эти системы во многих странах недоступны по причине высокой стоимости [2, 12, 21].

Торакоскопическая техника имплантации электродов в ЛЖ без помощи или с помощью ТЭМИС по сравнению с чрескожным катетерным методом имеет определенные преимущества и недостатки. К преимуществам торакоскопии можно отнести большую свободу доступа к боковой и

заднебоковой стенке ЛЖ [12]. Некоторые исследования указывают на необходимость стимуляции переднего отдела для большей эффективности механической ресинхронизации [7].

В любом случае, выбор отдела имплантации электрода с помощью внутривенного катетерного способа ограничен расположением и размерами эпикардиальных вен, и часто это ведет к имплантации электрода в неподходящий отдел ЛЖ, что в свою очередь делает клинические результаты ресинхронизации непредсказуемыми и малоудовлетворительными.

Торакоскопия позволяет осмотреть эпикардальную поверхность сердца, выбрать наиболее подходящее место имплантации и избежать имплантации электродов в участки эпикардального жира или фиброза, которые способны вызывать помехи режимам стимуляции. С помощью торакоскопии удастся прочно фиксировать электроды к эпикардальной стенке ЛЖ, что предупреждает их дислокацию в послеоперационном периоде.

Основные недостатки торакоскопии заключаются в необходимости раздельной интубации бронхов, односторонней вентиляции правого легкого и коллабирования левого легкого на стороне операции. Успех такого рода процедур существенно зависит от грамотного анестезиологического обеспечения операции.

Имплантация электродов с использованием торакоскопической техники является сложной процедурой с высоким риском развития осложнений [10, 12, 21]. С повышением опыта врача время выполнения процедур существенно сокращается [12]. Однако манипуляции жесткими эндоскопическими инструментами внутри грудной полости и установка электродов в ЛЖ могут привести к разможению перикарда, что требует выполнения торакотомии [21]. Переход к торакотомии, по данным некоторых исследований, является причиной возникновения осложнений, в первую очередь со стороны дыхательной системы [12].

Несмотря на все вышеизложенные факты, имплантация ресинхронизирующих электродов в ЛЖ чаще бывает успешной при использовании для этих целей торакоскопической техники и миниинвазивных доступов, чем при использовании чрескожных катетерных методов [12, 21, 25].

Плевральные или перикардальные спайки могут существенно препятствовать проведению торакоскопической процедуры и являться причиной перехода к мини-торакотомии [21]. Поэтому многие специалисты считают наличие в анамнезе у пациентов операций в грудной полости противопоказанием для проведения торакоскопических манипуляций.

При использовании метода торакоскопии многие авторы выполняют имплантацию электрода только в ЛЖ, руководствуясь данными, свидетельствующими об одинаковой эффективности методов бивентрикулярной стимуляции и изолированной стимуляции ЛЖ [5, 14, 17, 18], и придают первостепенное значение механической ресинхронизации сердца, подтвержденной показателями гемодинамики или ЭхоКГ, а не показателями электрической ресинхронизации.

Имплантация электрода в эпикард ЛЖ осуществляется из трехпортовой левосторонней торакоскопии, при этом пациент на операционном столе располагается на спине. Операция осуществляется в условиях искусственной вентиляции легких с раздельной интубацией бронхов, левое легкое коллабируется, вентилируется правое легкое на контралатеральной стороне операции.

Расположение портов в определенной степени зависит от размеров сердца и от особенностей его положения. Чаще всего первый порт устанавливают в третьем межреберье по среднеключичной линии. Инсуффляцией углекислого газа (CO_2) в грудной клетке создается избыточное давление — от 5 до 10 см H_2O . Под контролем 0° торцевой операционной оптики устанавливают два порта для инструментов в пятом и шестом межреберных промежутках по среднеключичной и среднеподмышечной линии. Производится осмотр грудной клетки, перикарда, а также левого диафрагмального нерва, проходящего по левому боковому листку перикарда.

Перикард захватывают с помощью диссектора на 2 см медиальнее левого п. phrenicus, отводят от работающего сердца и линейно рассекают. Рассечение перикарда может осуществляться с помощью монополярного крючка, монополярных и биполярных ножниц, а также ультразвуковых лапароскопических инструментов. Для торакоскопической имплантации используются электроды ELC 54-UP, «Biotronik», Germany [16], а также «Medtronic Model 5071 Pacing Lead», Minneapolis, MN [13, 26, 27], которые под контролем оптики вкручиваются в стенку ЛЖ. Точка имплантации электрода выбирается с учетом расположения в данной зоне эпикардального жира и коронарных сосудов. Дистальная часть электрода подсоединяется к ЭКС. Интраоперационно навязывается искусственная ЭКС для решения вопроса коррекции электрода. После проведения адекватного гемостаза в левую плевральную полость через нижний порт, расположенный в пятом межреберье, устанавливаются дренажи. Пациента экстубируют в операционной и переводят в блок интенсивной терапии.

Полностью эндоскопическая хирургическая имплантация электродов в ЛЖ может быть выполнена с помощью ТЕМИС «Da Vinci» («The Da

Vinci Surgical System», Mountain View, CA, USA) [12, 21, 26, 27].

Имплантацию электродов также можно осуществить из 5-см мини-торакотомии в четвертом или пятом межреберье по среднеподмышечной линии [13, 26].

В заключение можно сказать, что имплантация ресинхронизирующих электродов в свободную стенку ЛЖ с помощью торакоскопической техники является безопасной и эффективной процедурой при лечении хронической сердечной недостаточности [16, 26, 27]. При адекватном анестезиологическом обеспечении процедуры послеоперационные осложнения снижаются до минимума. В течение длительного времени наблюдения в послеоперационном периоде функция желудочков сердца значительно улучшается. Результаты, полученные при применении торакоскопической техники, показывают важную роль использования торакоскопии в клинике для проведения сердечной ресинхронизационной терапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокерия О. Л. Электрокардиостимуляция при сердечной недостаточности: показания и выбор оптимального метода и режима стимуляции // *Анналы аритмол.* — 2004. — № 1. — С. 22–32.
2. Махалдиани З. Б. Кардиохирургические телеманипуляторные инструментальные системы // *Эндоскопич. хир.* — 2005. — № 6. — С. 51–54.
3. Abraham W. T., Fisher W. G., Smith A. L. et al. Cardiac resynchronization in chronic heart failure // *N. Engl. J. Med.* — 2002. — Vol. 346. — P. 1845–1853.
4. Alberca M. T., Garcia-Cosio F. Resincronizacion ventricular en la insuficiencia cardiaca: un metodo bien establecido o una linea de progreso con muchos interrogantes? // *Rev. Esp. Cardiol.* — 2003. — Vol. 56. — P. 637–641.
5. Auricchio A., Stellbrink C., Sack S. et al. Long-term clinical effect of hemodynamically optimized cardiac resynchronization therapy in patients with heart failure and ventricular conduction delay // *J. Amer. Coll. Cardiol.* — 2002. — Vol. 39. — P. 2026–2033.
6. Bordachar P., Garrigue S., Reuter S. et al. Hemodynamic assessment of right, left and biventricular pacing by peak endocardial acceleration and echocardiography in patients with end-stage heart failure // *Pacing Clin. Electrophysiol.* — 2000. — Vol. 23. — P. 1726–1730.
7. Butter C., Auricchio A., Stellbrink C. et al. Effect of resynchronization therapy stimulation site on the systolic function of heart failure patients // *Circulation.* — 2001. — Vol. 104. — P. 3026–3029.
8. Cazeau S., Leclercq C., Lavergne T. et al. Effects of multisite biventricular pacing in patients with heart failure and intraventricular conduction delay // *N. Engl. J. Med.* — 2001. — Vol. 344. — P. 873–880.
9. Cazeau S., Ritter P., Bakdach S. et al. Four chamber pacing in dilated cardiomyopathy // *Pacing Clin. Electrophysiol.* — 1994. — Vol. 17. — P. 1974–1979.
10. Cazeau S., Ritter P., Lazarus A. et al. Multisite pacing for end-stage heart failure: Early experience // *Ibid.* — 1996. — Vol. 19. — P. 1748–1757.
11. Daubert J. C., Ritter P., Le Breton H. et al. Permanent left ventricular pacing with transvenous leads inserted into the coronary veins // *Ibid.* — 1998. — Vol. 21. — P. 239–245.
12. DeRose J. J., Ashton R. C., Belsley S. et al. Robotically assisted left ventricular epicardial lead implantation for biventricular pacing // *J. Amer. Coll. Cardiol.* — 2003. — Vol. 41. — P. 1414–1419.
13. Doll N., Opfermann U. T., Rastan A. J. et al. Facilitated minimally invasive left ventricular epicardial lead placement // *Ann. Thorac. Surg.* — 2005. — Vol. 79. — P. 1023–1025.
14. Etienne Y., Mansourati J., Touiza A. et al. Evaluation of left ventricular function and mitral regurgitation during left ventricular-based pacing in patients with heart failure // *Eur. J. Heart Fail.* — 2001. — Vol. 3. — P. 441–447.
15. Farwell D., Patel N. R., Hall A. et al. How many people with heart failure are appropriate for biventricular resynchronization? // *Eur. Heart J.* — 2000. — Vol. 21. — P. 1246–1250.
16. Fernandez A. L., Garcia-Bengochea J. B., Ledo R. et al. Minimally invasive surgical implantation of left ventricular epicardial leads for ventricular resynchronization using video-assisted thoracoscopy // *Rev. Esp. Cardiol.* — 2004. — Vol. 57. — P. 313–319.
17. Gerber T. C., Nishimura R. A., Holmes D. R. et al. Left ventricular and biventricular pacing in congestive heart failure // *Mayo Clin. Proc.* — 2001. — Vol. 76. — P. 803–812.
18. Hansen C., Sperzel J., Neumann T. et al. Acute hemodynamic effects of biventricular and left ventricular pacing in chronic pacemaker-dependent patients with advanced heart failure // *Z. Kardiol.* — 2003. — Bd. 92. — S. 862–868.
19. Hare J. M. Cardiac-resynchronization therapy for heart failure // *N. Engl. J. Med.* — 2002. — Vol. 346. — P. 1902–1905.
20. Izutani H., Quan K. J., Biblo L. A., Gill I. S. Biventricular pacing for congestive heart failure: early experience in surgical epicardial versus coronary sinus lead placement // *Heart Surg. Forum.* — 2002. — Vol. 6. — P. E1–6.
21. Jansens J. L., Jottrand M., Preumont N. et al. Robotic-enhanced biventricular resynchronization: an alternative to endovenous cardiac resynchronization therapy in chronic heart failure // *Ann. Thorac. Surg.* — 2003. — Vol. 76. — P. 413–417.
22. Kaseda S., Aoki T., Hangai N., Shimizu K. Better pulmonary function and prognosis with video-assisted thoracic surgery than thoracotomy // *Ibid.* — 2000. — Vol. 70. — P. 1644–1646.
23. Leclercq C., Faris O., Tunin R. et al. Systolic improvement and mechanical resynchronization does not require electrical synchrony in the dilated failing heart with left bundle-branch block // *Circulation.* — 2002. — Vol. 106. — P. 1760–1763.
24. Linde C., Leclercq C., Rex S. et al. Long-term benefits of biventricular pacing in congestive heart failure: results from the Multisite Stimulation in Cardiomyopathy (MUSTIC) study // *J. Amer. Coll. Cardiol.* — 2002. — Vol. 40. — P. 111–118.
25. Mair H., Sachweh J., Meuris B. et al. Surgical epicardial left ventricular lead versus coronary sinus lead placement in biventricular pacing // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* — 2004. — Vol. 27. — P. 66–72.
26. Navia J. L., Atik F. A. Minimally invasive surgical alternatives for left ventricle epicardial lead implantation in heart failure patients // *Ann. Thorac. Surg.* — 2005. — Vol. 80. — P. 751–754.
27. Navia J. L., Atik F. A., Grimm R. A. et al. Minimally Invasive Left Ventricular Epicardial Lead Placement: Surgical Techniques for Heart Failure Resynchronization Therapy // *Ibid.* — 2005. — Vol. 79. — P. 1536–1544.
28. Nelson G. S., Berger R. D., Fetis B. J. et al. Left ventricular or biventricular pacing improves cardiac function at diminished energy cost in patients with dilated cardiomyopathy and left bundle-branch block // *Circulation.* — 2000. — Vol. 10. — P. 3053–3059.
29. Stellbrink C., Breithardt O., Franke A. et al. Impact of cardiac resynchronization therapy using hemodynamically optimized pacing on left ventricular remodeling in patients with congestive heart failure and ventricular conduction disturbances // *J. Amer. Coll. Cardiol.* — 2001. — Vol. 38. — P. 1957–1965.
30. StJohn M. G., Plappert T., Abraham W. T. et al. Effect of cardiac resynchronization therapy on left ventricular size and function in chronic heart failure // *Circulation.* — 2003. — Vol. 107. — P. 1985–1990.