

М.В.Диденко, К.Н.Шорохов, И.О.Скигин, А.Л.Абрамов, Г.Г.Хубулава

## ОПЫТ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ КАРДИОСТИМУЛЯТОРОВ

Санкт-Петербургская Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова

*С целью изучения особенностей работы полностью цифровых электрокардиостимуляторов были обследованы 50 пациентов (45 мужчин) в возрасте  $72,6 \pm 10,2$  года в том числе с синдромом бинодальной слабости (17 чел.), с атриовентрикулярной блокадой (15 чел.), с синдромом слабости синусового узла (12 чел.) и брадисистолической формой постоянной фибрилляции предсердий (6 чел.).*

**Ключевые слова:** цифровая электрокардиостимуляция, атриовентрикулярная блокада, синдром слабости синусового узла, фибрилляция предсердий

*To study the peculiarities of functioning of completely digital cardiac pacemakers, 50 patients (45 men) aged  $72,6 \pm 10,2$  years including 17 patients with sino-atrial and atrio-ventricular blocks, 15 patients with the atrio-ventricular block, 12 subjects with the sick sinus syndrome, and 6 ones with chronic atrial fibrillation and low heart rate were studied.*

**Key words:** digital cardiac pacing, implanted digital pacemaker, atrio-ventricular block, sick sinus syndrome, atrial fibrillation.

Со времени имплантации первого электрокардиостимулятора (ЭКС) прошло около 50 лет, и за этот период времени в области электрокардиостимуляции произошли значительные изменения, которые привели к тому, что ЭКС теперь не только источник импульсов, но и сложная диагностическая система. В 2003 году появились полностью цифровые ЭКС, которые благодаря используемым технологиям позволяют более быстро получать максимально точную информацию о сердечном ритме пациента. Это значительно облегчает врачу понимание процессов, происходящих в сердце пациента и позволяет адекватно использовать соответствующую пейсмекерную и медикаментозную терапию.

В основе работы цифровых ЭКС лежит принцип высокочастотной регистрации и записи внутрисердечного сигнала с частотой до 800 Гц (в аналоговых 125 Гц), цифровое преобразование полученной информации с анализом не только амплитуды, но и морфологии внутрисердечного сигнала, наличие расширенного объема памяти и ускоренной телеметрии, экономичное расходование электроэнергии [1, 2].

Целью работы явилось изучение особенностей работы полностью цифровых электрокардиостимуляторов.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Были изучены результаты наблюдения за пациентами с цифровыми ЭКС, которые были имплантированы в 1-й клинике хирургии усовершенствования врачей Военно-медицинской академии в период с января 2005 года по февраль 2007 года. Всего было имплантировано 50 цифровых ЭКС Vitatron T и C-серии. ЭКС T-серии установлено 2, C серии - 48, в том числе: C20 - 13 шт., C50 - 8 шт., C60 - 27 шт. Средний возраст пациентов составил  $72,6 \pm 10,2$  года, 45 (90%) пациентов были мужчины. Основной причиной нарушения ритма и проводимости была ишемическая болезнь сердца и атеросклеротический кардиосклероз. В одном случае у женщины 50 лет атриовентрикулярная (АВ) блокада развилась вследствие болезни Ленегра-Леви. Показаниями для имплантации ЭКС были у 17 (33,3%) пациентов синдром бинодальной слабости, у 15 (30%) АВ блока-

ды, в том числе у одного после катетерной деструкции АВ соединения, у 12 (23,3%) синдром слабости синусового узла, постоянная брадисистолическая форма фибрилляции предсердий (ФП) у 6 (13,3%). У 19 (65%) пациентов на фоне синдрома слабости синусового узла или синдрома бинодальной слабости имелась пароксизмальная форма ФП. Основной причиной ФП был атеросклеротический кардиосклероз. ХСН III ф.к. имелась у 8 (16,6%) пациентов, II ф.к. - у 25 (50%), I ф.к. - у 17 (33,4%).

В верхушку правого желудочка имплантировались стероидные электроды с пассивной фиксацией Crystalline или Slimtine S, 8 пациентам электрод с активной фиксацией Crystalline Actfix позиционировался в межжелудочковую перегородку. В ушко правого предсердия или в область пучка Бахмана (12 пациентов) устанавливались стероидные электроды с активной фиксацией Crystalline Actfix. Интраоперационные электрофизиологические показатели стимуляции измерялись с помощью анализатора, входящего в состав программатора 9790 (Medtronic, Vitatron). Порог электростимуляции, амплитуда эндограммы, Slew-rate и сопротивление оценивались интраоперационно и в процессе дальнейшего наблюдения.

Измерение электрофизиологических показателей и программирование выполнялось в раннем послеоперационном периоде на 1-3 сутки после операции, первое контрольное программирование через 1 месяц после операции.

### ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Средние значения порога электростимуляции составили: интраоперационно -  $0,7 \pm 0,4$  В в предсердиях и  $0,38 \pm 0,3$  В в желудочках; через сутки после имплантации -  $0,625 \pm 0,41$  В и  $0,75 \pm 0,9$  В и через месяц -  $0,62 \pm 0,3$  В и  $0,43 \pm 0,8$  В соответственно. Средние значения амплитуды эндограммы составили: интраоперационно -  $4,4 \pm 3,1$  мВ и  $20,0 \pm 4,8$  мВ; через сутки после имплантации -  $2,5 \pm 2,3$  мВ и  $8,0 \pm 2,9$  мВ, через месяц -  $2,5 \pm 2,3$  мВ и  $8,0 \pm 2,9$  мВ. Показатель Slew-rate интраоперационно составил  $3,0 \pm 0,5$  В/сек и  $3,95 \pm 0,7$  В/сек.

Интраоперационно значения импеданса -  $595,6 \pm 172,3$  Ом и  $787,5 \pm 228,4$  Ом; через сутки -  $533,3 \pm 115,9$  Ом и  $633,3 \pm 163,3$  Ом, через месяц -  $619,4 \pm 87,7$  Ом и  $775,5 \pm 132,6$  Ом соответственно. Каких-либо осложнений в этой серии пациентов не отмечалось.

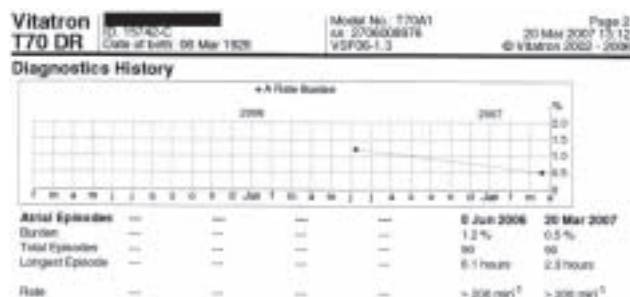
Для оптимизации параметров электрокардиостимуляции при программировании использовались диагностические данные ЭКС и сообщения «Советника по терапии». Для адекватной работы «Советника по терапии» требовалось время от нескольких недель до одного месяца, в течение которого ЭКС накапливал информацию. Через месяц при программировании ЭКС C50D и C60DR у 28 (56%) пациентов «Советник по терапии» рекомендовал увеличить запрограммированную АВ задержку и активировать алгоритм избирательной стимуляции желудочков, что позволило значительно уменьшить процент стимуляции желудочков в среднем с  $65,4 \pm 28,4\%$  при первичном программировании до  $11,2 \pm 5,6\%$  при последующих контрольных программированиях.

У двух пациентов «Советник по терапии» проинформировал о наличии ретроградного проведения с желудочков на предсердия, и для восстановления АВ синхронности было рекомендовано уменьшить время ASP (интервал синхронизированной предсердной стимуляции). Требуемые установки были выполнены всем пациентам с учетом анализа данных врачом.

Одной из дополнительных функций позволяющих максимально увеличить физиологичность ЭКС, а также уменьшить вероятность возникновения ФП и сердечной недостаточности путем уменьшения доли желудочковой стимуляции является алгоритм избирательной желудочковой стимуляции. Соотношение суправентрикулярных нарушений ритма (ФП) с активированным алгоритмом избирательной стимуляции желудочков и без него составило  $7,8 \pm 4,6\%$  и  $15,3 \pm 6,8\%$  соответственно.

У 25 пациентов с пароксизмальной или постоянной формой ФП был активирован алгоритм «стабилизации желудочкового ритма». Это позволило у 21 (84%) больного полностью нивелировать ощущения нерегулярного сердцебиения, а у оставшихся 4 пациентов значительно уменьшить неприятную симптоматику.

У 2 больных, с имплантированными ЭКС T70DR, для профилактики ФП был активирован алгоритм пре-

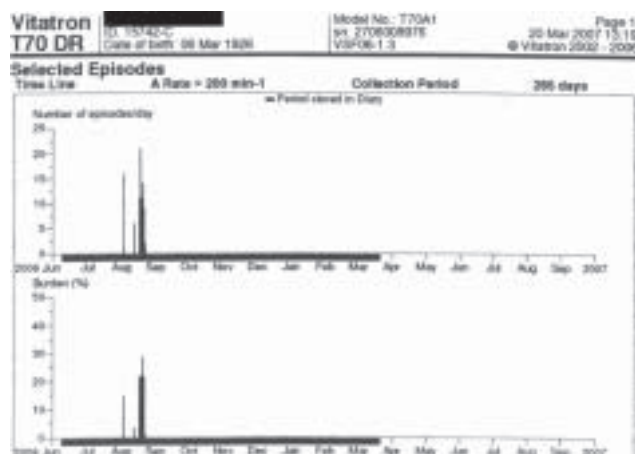


**Рис. 1.** Данные, полученные при программировании пациента Д., у которого до операции наблюдалась пароксизмальная форма фибрилляции предсердий с ежедневными приступами. Как видно из представленных данных количество приступов сразу после операции уменьшилось до 1,2%, при дальнейшем наблюдении их количество снизилось до 0,5%, а длительность - с 6,1 до 2,3 часов.

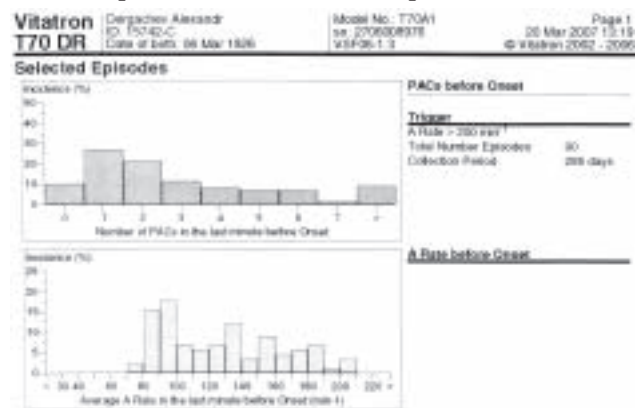
вентивной постэкстрасистолической стимуляции с повышенной частотой (overdrive), алгоритм стабилизации желудочкового ритма, (рис. 1). Это позволило не только улучшить клиническую картину, но и объективно уменьшить количество и длительность пароксизмов ФП в среднем с 28,1% при имплантации ЭКС до 0,5% при последующем наблюдении, при этом длительность пароксизмов уменьшилась с 6,1 часа до 2,3 часа соответственно (рис. 2).

Нельзя не упомянуть о возможности цифровых ЭКС регистрировать дополнительные данные по изучению пароксизмов ФП, которые хранятся на протяжении всего срока службы устройства без увеличения расхода энергии батареи. Например, число пароксизмов в день и общая доля ФП за время наблюдения (см. рис. 2), количество предсердных экстрасистол за минуту и средняя ЧСС, предшествующие пароксизму ФП (рис. 3). Эти показатели могут существенным образом помочь в подборе дополнительной антиаритмической терапии или решить вопрос о необходимости проведения катетерной абляции устьев легочных вен. Кроме того, существует возможность хранить все электрограммы до, во время и после пароксизмов ФП (рис. 4а,б).

Следует отметить относительно небольшое время затраченное на программирование и тестирование одного полностью цифрового ЭКС, которое составило 6 мин. 10 сек.  $\pm$  3 мин. 25 сек [3].



**Рис. 2.** Количество пароксизмов и доля фибрилляции предсердий у пациента Д., представленные в виде диаграмм (по оси абсцисс период наблюдения).



**Рис. 3.** Количество предсердных экстрасистол и средняя ЧСС за минуту, предшествующую пароксизму фибрилляции предсердий.

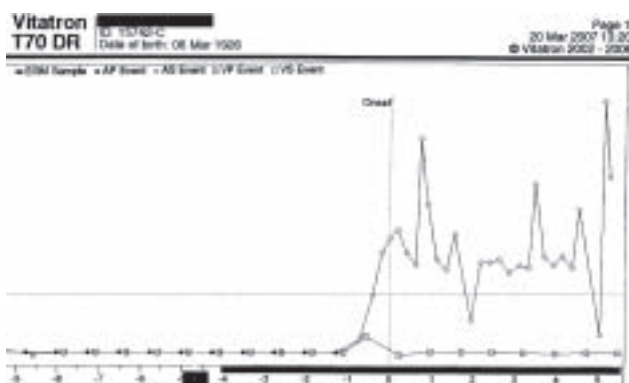


Рис. 4. Детекция начала пароксизма фибрилляции предсердий.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В современных ЭКС накопленные данные представляются в виде таблиц, графиков и гистограмм, при этом особенностью цифровых ЭКС является возможность сохранять больше информации благодаря увеличенному объему энергонезависимой памяти и возможности хранения полученной информации в цифровом виде.

Однако увеличенный объем информации требует больше времени для анализа, что может быть затруднительно в условиях постоянно растущего количества пациентов и недостатка времени для программирования. Для решения этой проблемы в полностью цифровых ЭКС используется экспертная система «Советник по терапии», которая автоматически анализирует информацию и представляет данные в виде сообщений, требующих особого внимания доктора. Кроме того, «Советник по терапии» представляет рекомендации по оптимизации терапии проводимой ЭКС в соответствии с современными представлениями об эффективной и физиологичной ЭКС [3].

В 2006 году сообщения «Советника по терапии» и интерфейс программатора были переведены на русский

язык. Однако известно, что сообщения генерируются автоматически из отдельных слов, и перевод на русский язык является сложной задачей. При анализе работы русскоязычной версии «Советника по терапии» была обнаружена ошибка перевода. В первичном сообщении «Советник по терапии» уведомлял, что нельзя увеличивать задержку АВ проведения, однако при получении более подробной информации экспертная система дает рекомендации по увеличению АВ задержки для увеличения доли естественного АВ проведения.

Основными алгоритмами работы цифровых ЭКС являются: алгоритм избирательной стимуляции предсердий, алгоритм стабилизации желудочкового ритма, алгоритм диагностики суправентрикулярных нарушений ритма, алгоритм избирательной стимуляции желудочков, улучшенный алгоритм переключения режимов стимуляции при возникновении ФП, кроме того, в стимуляторах Т-серии предусмотрено наличие превентивных алгоритмов стимуляции предсердий.

Алгоритм избирательной стимуляции предсердий позволяет при необходимости уменьшить стимуляцию предсердий. Алгоритм диагностики суправентрикулярных нарушений ритма совместно с алгоритмом пошагового (от удара к удару) переключения режимов стимуляции и алгоритмом стабилизации желудочкового ритма при возникновении ФП, позволяет быстро менять режимы стимуляции, уменьшая нерегулярность сокращения желудочков, делая этот процесс незаметным для пациента [4]. Алгоритм избирательной стимуляции желудочков, во время которой производится постоянный поиск времени собственного АВ проведения, позволяет сохранить собственную желудочковую активность и сократить процент стимуляции правого желудочка с целью уменьшения риска развития ФП и прогрессирования сердечной недостаточности [5]. Наличие превентивных алгоритмов стимуляции предсердий позволяет значительно уменьшить длительность и частоту пароксизмов ФП у пациентов с синдромом слабости синусового узла.

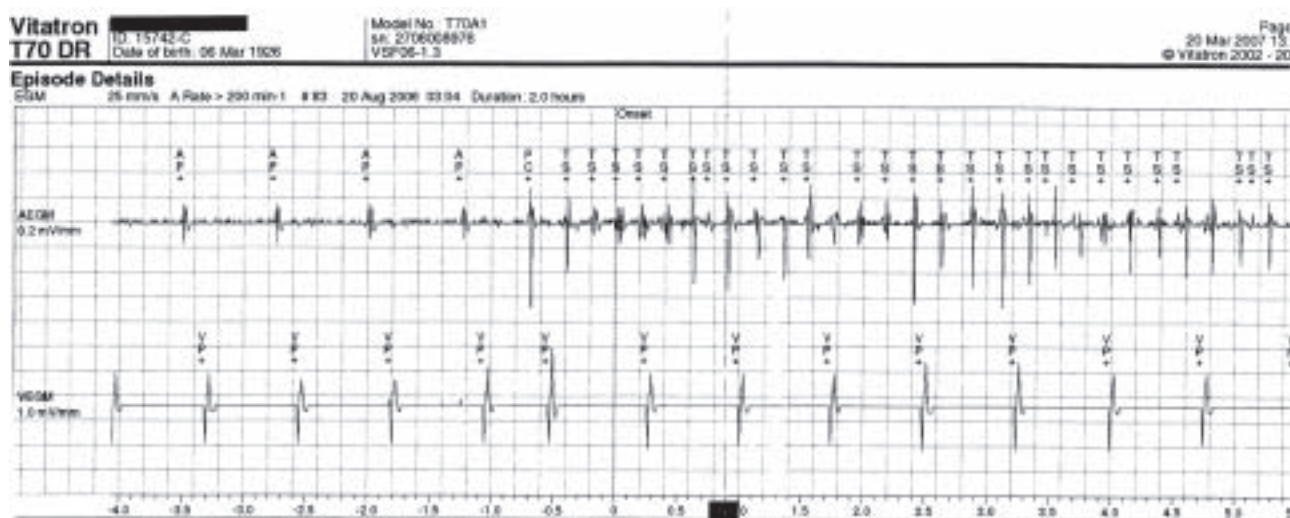


Рис. 5. Демонстрация работы алгоритма переключения режимов стимуляции. Хорошо видно, что пароксизм фибрилляции предсердий начался с предсердной экстрасистолы. Алгоритм переключения режимов стимуляции был активирован уже после первого тахикардического события в предсердии, при этом интервал стимуляции желудочков изменился лишь на один желудочковый стимул. AP - стимуляция предсердий, PC - суправентрикулярная экстрасистола, TS - предсердное тахикардическое событие, VP - стимуляция желудочков.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые, полностью цифровые ЭКС предоставляют врачу большое количество диагностических данных, которые, однако, не перегружают врача информацией, так как существует многоуровневая обработка получения данных экспертной системой «Советник по терапии», что позволяет проводить результативные и эффективные контрольные осмотры очень быстро.

Быстрый обмен данными между программатором и ЭКС, внутрисердечная электрограмма высокого раз-

решения сводят техническую часть контрольного осмотра к минимуму, у врача появляется возможность больше времени уделять не программатору, а пациенту для решения конкретных проблем и вопросов, и пациент получает более квалифицированное лечение.

Использование алгоритмов предусмотренных в цифровых ЭКС позволяет значительно снизить количество желудочковой стимуляции, уменьшить количество наджелудочковых нарушений ритма, улучшить переносимость ФП при нерегулярных сокращениях желудочков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bert T.C.F. Van Dalen Digital technology in daily clinical cardiac pacing practice // Zdrav vestn 2005; 74: 1-85
2. Padeletti L., Michelucci A., Frohlig G. et al. Digital Technology in Cardiac Pacing: Methods for Morphology Analysis of Sensed Endocavitary Signals // Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology 2005;14: 9-16,
3. Scipione, P. et al. XI International Symposium on Progress in Clinical Pacing, Rome. 2004; p. 52.
4. Kamalvand K., Tan K., Kotsakis A., et al. Is mode switching beneficial? A randomized study in patients with paroxysmal atrial tachyarrhythmias // JACC 1997; 30: 496-504.
5. Stierle U, Kruger D, Vincent AM et al. An optimized AV delay algorithm for patients with intermittent atrioventricular conduction // Pacing Clin Electrophysiol 1998; 21: 1035-1043.

## ОПЫТ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ КАРДИОСТИМУЛЯТОРОВ

*М.В.Диденко, К.Н.Шорохов, И.О.Скигин, А.Л.Абрамов, Г.Г.Хубулава*

С целью изучения особенностей работы цифровых электрокардиостимуляторов (ЦЭКС) обследовано 50 пациентов (средний возраст  $72,6 \pm 10,2$  года), которым были имплантированы ЦЭКС Vitatron T и C-серии. Показаниями для имплантации ЭКС у 17 пациентов был синдром бинаодальной слабости, у 15 - атриовентрикулярные (АВ) блокады, у 12 - синдром слабости синусового узла, у 6 - постоянная брадисистолическая форма фибрилляции предсердий (ФП). Программирование выполнялось на 1-3 сутки и через 1 месяц после операции. При программировании использовались диагностические данные ЦЭКС и сообщения «Советника по терапии» (СТ). Через месяц при программировании ЭКС C50D и C60DR у 28 (56%) пациентов СТ рекомендовал увеличить АВ задержку и активировать алгоритм избирательной стимуляции желудочков, что позволило значительно уменьшить процент стимуляции желудочков в среднем с  $65,4 \pm 28,4\%$  до  $11,2 \pm 5,6\%$ . У 25 пациентов с пароксизмальной или постоянной формой ФП был активирован алгоритм «стабилизации желудочкового ритма». Это позволило у 21 (84%) больного полностью нивелировать, а у 4 пациентов значительно уменьшить ощущения нерегулярного сердцебиения. Таким образом использование алгоритмов предусмотренных в ЦЭКС позволяет значительно снизить количество желудочковой стимуляции, уменьшить количество наджелудочковых нарушений ритма, улучшить переносимость ФП при нерегулярных сокращениях желудочков.

## EXPERIENCE OF CLINICAL USE OF DIGITAL CARDIAC PACEMAKERS

*M.V. Didenko, K.N. Shorokhov, I.O. Skigin, A.L. Abramov, G.G. Khubulava*

To study the peculiarities of functioning of digital cardiac pacemakers, 50 patients aged  $72.6 \pm 10.2$  years with implanted digital pacemakers of Vitatron T- and C-generations were studied. The indications for pacemaker implantation were sino-atrial and atrio-ventricular blocks in 17 patients, atrio-ventricular block in 15 ones, sick sinus syndrome in 12 patients, and chronic atrial fibrillation with low heart rate in 6 patients. Pacemakers were programmed on the 1<sup>st</sup>-3<sup>rd</sup> day and 1 month after implantation. The data of pacemaker diagnosing and messages from "Therapy advisor" were used when programming the device. In one month, when programming pacemakers C50D and C60DR, in 28 patients (56%), the "Therapy advisor" recommended that the atrio-ventricular delay be increased and the algorithm of selective ventricular pacing be activated resulting in a significant reduction of the ratio of paced ventricular complexes from  $65.4 \pm 28.4\%$  to  $11.2 \pm 5.6\%$ . In 25 patients with paroxysmal or chronic atrial fibrillation, the algorithm of "stabilization of ventricular rhythm" was activated that led to a complete relief in 21 patients (84%) and to a considerable relief from the palpitations in 4 ones. Thus, the use of intrinsic algorithms of digital pacemakers permits one to reduce significantly the ratio of paced ventricular complexes, the number of supra ventricular arrhythmias, and to improve the tolerability of atrial fibrillation in case of irregular ventricular contractions.