

# ОБЗОРЫ И ЛЕКЦИИ

УДК 616-07.12-008.313

**И.Ш. Хасанов**

E-mail: lldar.khassanov@rzmail.uni-erlangen.de

## ТЕЛЕМОНИТОРИНГ ИМПЛАНТИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ АРИТМИЙ И СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Фонд Профессора Макса Шальдаха,  
Университет Эрланген-Нюрнберг,  
г. Эрланген, Германия

По мере расширения возможностей имплантируемых устройств всё новые технологии находят свое применение в системах ЭКС и ИКД. Прежде всего это относится к достижениям в развитии мобильных телекоммуникационных средств, благодаря использованию которых послеоперационный мониторинг пациента перестал ограничиваться процедурами амбулаторного осмотра в клинике, а охватил и время между ними. Более того, открылись возможности новых лечебных подходов, которые позволяют значительно расширить круг пациентов, находящихся под амбулаторным наблюдением, сократить количество ежегодных визитов в клинику, а также повысить диагностические и лечебные возможности систем электрокардиотерапии. Значительный шаг в развитии электронных устройств был сделан с появлением ЭКС и ИКД, способных передавать сигналы внутрисердечных электрограмм (ВЭГМ) в реальном масштабе времени (IEGM Online) с помощью технологии "Home Monitoring" (BIOTRONIK).

С появлением телекоммуникационной техники в начале 20-го века была предложена идея телефонной передачи сигналов ЭКГ для удаленного мониторинга за кардиологическими больными [1]. Большие возможности для эффективной диагностики и постановки правильного диагноза возникли с изобретением Холтеровского мониторирования ЭКГ. Эти методы стали широко применяться в медицинской практике с начала 70-х годов прошлого столетия для верификации нарушений сердечного ритма [2, 3]. Однако необходима определенная «удача», чтобы, например, пароксизм фибрилляции предсердий (ФП) попал в то временное окно, когда пациент носит с собой наружный регистратор.

Предшественником технологии "Home Monitoring" стала созданная в 1992 г. компьютерная система телемониторинга трансплантированного сердца в остром послеоперационном периоде – "CHARM" (Computerized Heart Acute Rejection Monitoring) [4, 5]. Для нее был разрабо-

тан специальный ЭКС Physios CTM 01 (BIOTRONIK), передававший сигналы ВЭГМ на наружный регистрирующий прибор пациента. Благодаря созданным к тому времени фрактальным электродам сигналы вызванного потенциала отклика миокарда регистрировались с широким частотным спектром, что позволяло анализировать их форму для определения маркеров отторжения трансплантата.

В 1997 г. была предложена идея автоматического мобильного контроля состояния пациента, давшая начало технологии "Home Monitoring" [6]. С появлением первой экспериментальной модели ЭКС BA 003 DDR (BIOTRONIK) в сочетании с модифицированным мобильным телефоном типа GSM в 2000 г. система "Home Monitoring" была впервые представлена для применения в клинической практике [7]. Кардиологи сразу же достойно оценили те потенциальные преимущества, которые могла дать новая технология для оптимизации лечения больных с сердечной недостаточностью (СН) и для эффективной диагностики пароксизмальных суправентрикулярных нарушений ритма сердца [8]. Надежность работы новой техники, ее удобство, принятие ее специалистами и пациентами стали предметом мультицентровых клинических исследований [9, 10, 11]. Год 2002 можно считать началом широкого клинического применения систем (ЭКС и ИКД) с функцией "Home Monitoring" и создания нового медицинского сервиса для обслуживания массового числа пациентов с новыми системами электрокардиотерапии. Достоинством системы "Home Monitoring" является полностью автоматическая, не требующая участия пациента передача данных с системы ЭКС или ИКД в сервисный центр (рис. 1).

Прибор пациента получает телеметрические сообщения от имплантированного аппарата – регулярные (запрограммированные на определенное время суток, с определенной периодичностью) и триггерные (запущенные важным с клинической точки зрения событием, например, эпизодом аритмии) – и передает их через систему мобильной связи в сервисный центр. Спустя

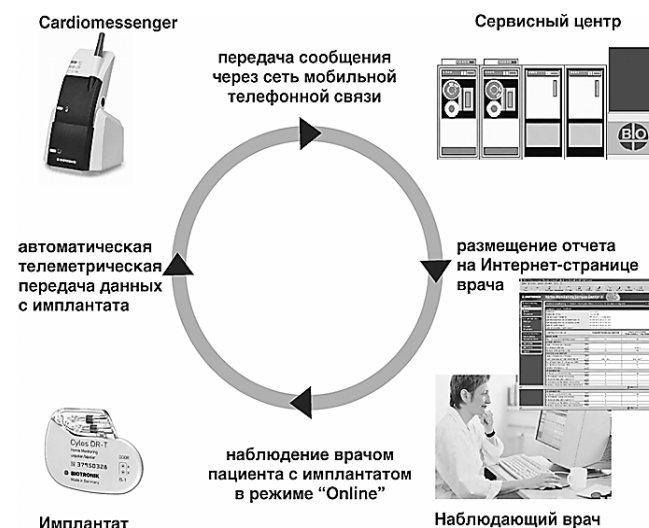


Рис. 1. Индивидуальный прибор мобильной связи пациента (Cardiomessenger, BIOTRONIK) принимает данные с имплантированного устройства, снабженного миниатюрной антенной, и передает их в сервисный центр. После обработки информация поступает в распоряжение врача на его индивидуальную страницу сайта сервисного центра в Интернете

несколько минут сервисный центр отправляет обработанные данные на индивидуальную Интернет-страницу врача. Врач, наблюдающий пациентов с помощью функции “Home Monitoring”, имеет индивидуальный доступ к информации о своих пациентах; для этого у врача имеется пароль, с помощью которого он может в любое время посмотреть данные пациентов как обзорно, так и во всех деталях.

Врач своевременно получает данные об опасных эпизодах аритмий и изменениях терапии, о состоянии системы электрокардиотерапии [12] и в случае необходимости может внести коррективы в ход лечения пациента, вызвав его на внеочередное амбулаторное обследование [13]. У пациентов с ИКД сообщение генерируется и передается незамедлительно после прекращения каждого эпизода тахикардии. Такая функция ЭКС или ИКД не только повышает безопасность и эффективность электрокардиотерапии, но постоянно информирует о техническом статусе системы электрокардиостимуляции, а также предоставляет информацию, необходимую для своевременной диагностики возникших осложнений и верификации аритмических событий.

Важно то, что функция “Home Monitoring” дает возможность врачу вмешаться в ход терапии до того, как состояние пациента ухудшится в результате непредвиденных осложнений. Например, при мониторинге передаются данные об эпизодах переключения режима стимуляции “Mode Switch”, и благодаря этому можно на ранней стадии обнаружить развитие фибрилляции предсердий (ФП), которая во многих случаях не сопровождается ярко выраженными симптомами, заметными самому пациенту, но увеличивает число госпитализаций в медицинской практике до 76% [14].

Важным клиническим преимуществом телемониторинга является наличие трендов. Наблюдение тренда сердечных событий (собственных предсердных As и желудочковых Vs сокращений, стимулированных предсердных Ap и желудочковых Vp сокращений) может быть эффективно использовано для оптимизации ЭКС, например, для снижения доли стимулированных желудочковых событий у пациентов с синдромом слабости синусового узла, – в соответствии с современной концепцией электрокардиотерапии целесообразно максимально ограничивать время стимуляции верхушки правого желудочка (ПЖ), т.к. вызванная стимуляцией межжелудочковая десинхронизация может увеличивать риск развития хронической сердечной недостаточности [15].

**“Heart Failure Monitor”:  
мониторинг больных сердечной  
недостаточностью**

Несмотря на бурное развитие в последние годы ресинхронизирующей терапии сердца (CRT), проблемой остаются осложнения, вызванные прогрессированием заболевания. Постоянный мониторинг больных этой категории с помощью технологии “Home Monitoring” может частично решить эту проблему при правильном выборе характеристик, которые объективно отражают развитие заболевания и угрозу возникновения аритмий. Такой набор характеристик объединен в единую опцию, названную “Heart Failure Monitor” (HFM – монитор сердечной недостаточности), которая имеется у трехкамерных ап-

паратов (ЭКС и ИКД), используемых для лечения больных с ХСН. Этот набор параметров, важных для оценки состояния больного, включает:

- число предсердных и желудочковых аритмий;
- количество желудочковых экстрасистол (ЖЭС);
- дневную нагрузку ФП в %;
- средний за сутки сердечный ритм в целом (ССР);
- средний за сутки сердечный ритм в состоянии покоя (ССРП),
- длительность физической активности пациента в течение дня.

Используя эти параметры и оценивая долю событий типа Vs + CRT (собственная активность ПЖ + стимул в ЛЖ) и Vp + CRT (стимул в ПЖ + стимул в ЛЖ), которая свидетельствует об успешной ресинхронизирующей терапии, врач может внести коррективы в программу стимуляции, добиваясь оптимизации терапии.

Эффективность мониторинга для предупреждения осложнений и своевременной адаптации терапии у больных с ХСН является предметом мультицентрового ретроспективного клинического исследования “Home Care” [16]. Как показал ретроспективный анализ сообщений “Home Monitoring”, в 67% случаев у больных наблюдался рост числа ЖЭС/час в течение 3 недель до злокачественного сердечного события; в 63 % случаев в течение 2 недель до события наблюдался рост ССР и ССРП.

В целом, параметры HFM содержат информацию о приближающихся злокачественных сердечных событиях. Анализ достоверности сообщений показал, что в 97% случаев клинические решения, принимаемые на основе данных “Home Monitoring”, коррелируют с решениями, принимаемыми в ходе стандартного обследования [17]. Для оценки возможностей ранней диагностики проводилось сравнение сообщений, полученных с помощью функции “Home Monitoring”, и результатов последнего стандартного амбулаторного тестирования системы ЭКС (FU – Follow-Up), взятых из базы данных сервисного центра компании BIOTRONIK [18]. По этим данным оценивалось среднее время, прошедшее после последнего FU до момента получения врачом сообщения о критическом сердечном событии – время задержки события (ВЗС). Время, выигранное для детекции (ВВД), определялось как разность стандартного периода FU (180 дней) и ВЗС: ВВД (дней) = 180 – ВЗС (дней). Было проанализировано 2496 файлов пациентов, которым были имплантированы различные ЭКС и ИКД с функцией “Home Monitoring”. Результаты исследования приведены в таблице [18].

**Результаты мультицентрового ретроспективного  
клинического исследования “Home Care”**

Группы	1020 ЭКС DDDR	782 ИКД SR	694 ИКД DR
Средний FU (дней)	157	229	170
% событий	28	31*	34*
ВЗС (дней)	28	31	29
ВВД (дней)	152	149	151
* – включая 72–73 % ожидаемых аритмических эпизодов (ЖТ и ФЖ)			

Как видно из таблицы, благодаря функции “Home Monitoring” критические события детектировались на 5 месяцев раньше (ВВД=150 дней), чем это произошло бы при очередном обследовании.

Arnaud Lazarus опубликовал результаты еще более обширного анализа, проведенного на основе 3,004,763 сообщений, полученных от 11,624 имплантированных устройств (от 4631 ЭКС, 6548 ИКД и 445 ИКД с функцией CRT) [19]. Длительность мониторинга пациентов составила от 1 до 49 месяцев при суммарной длительности 10,057 лет. Исследование подтвердило, что применение приборов с функцией “Home Monitoring” дает огромное преимущество в своевременном выявлении аритмий и изменений в клиническом статусе больных. Подавляющее большинство (86%) событий были связаны с болезнью. ВЗС составило 26 дней, что дает потенциальный выигрыш во времени детекции в 154 и 64 дня при интервале между процедурами наблюдения в 6 и 3 месяца соответственно. Важным результатом анализа является то, что большая часть (47,6%) больных вообще не имела никаких аритмических событий. Это означает, что почти половина больных в принципе могли бы наблюдаться только с применением функции “Home Monitoring” без необходимости являться на процедуру наблюдения в клинику. В этом состоит одно из достоинств сервиса “Home Monitoring”, имеющее большой экономический потенциал.

С другой стороны, важные с медицинской точки зрения события происходят у части пациентов с ЭКС или ИКД довольно часто. Прибор с функцией “Home Monitoring”, генерируя сообщение, быстро информирует об этом лечащего врача. В результате клинически важная информация поступает врачу в среднем на 5 месяцев раньше, чем в ходе стандартного FU пациента. Так как многие события проходят без клинической симптоматики, ранняя их детекция с помощью функции “Home Monitoring” дает возможность своевременно оптимизировать терапию. Поэтому имплантируемые устройства с опцией HFM могут быть эффективно использованы как часть общей стратегии лечения больных с ХСН методом ресинхронизирующей терапии CRT. В настоящее время накапливаются статистические данные, анализируются чувствительность и специфичность параметров HFM.

### Телемониторинг ВЭГМ с помощью имплантируемых устройств

Важным свойством современных ИКД является возможность регистрации ими сигналов ВЭГМ до проведения терапии и после ее окончания. Благодаря этому у врача есть возможность проанализировать (до недавнего времени только в ходе обследования пациента в клинике), насколько адекватной является проводимая ИКД-терапия [20, 21, 22]. С учетом этой возможности для дальнейшего повышения надежности ИКД концепция “Home Monitoring” получила дополнение – появилась новая функция “IEGM Online”, а именно, регистрация устройством сигналов внутрисердечных электрограмм (ВЭГМ) в ходе эпизода тахикардии и передача их в сервисный центр в режиме Online. Эту опцию имеют ИКД с функцией “Home Monitoring” третьего поколения (например, Lumax HF-T, BIOTRONIK). Та-

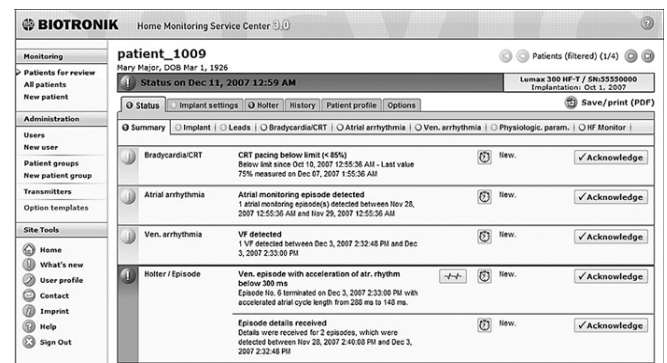


Рис. 2. Так выглядит страница сообщений, полученных от ИКД (больного), которую видит врач на сайте сервисного центра. Специальным значком ЭКГ отмечены события, сопровождавшиеся записью интервалов ВЭГМ до проведения терапии и в ходе ее успешного применения

ким образом, появилась возможность контролировать адекватность ИКД-терапии не только в ходе амбулаторных обследований пациента, но и в промежутках между ними на основе функции “Home Monitoring” [23]. Теперь, открывая папку сообщений, полученных от имплантированного ИКД, врач может видеть специальный значок ЭКГ и надпись “Holter / Episode”, наличие которых означает, что соответствующий эпизод содержит запись интервалов ВЭГМ по одному или нескольким каналам (рис. 2).

Нажатием на значок ЭКГ врач вызывает на экран своего компьютера страницу сообщения, содержащую запись интервала ВЭГМ и информацию, характеризующую эпизод аритмии (рис. 3). На этой странице показаны:

- каналы маркеров событий в предсердии (A), правом (RV) и левом желудочках (LV) с их классификацией;
- длительность интервалов в мс;
- дифференциация между наджелудочковой (AFib) и желудочковой (VF) аритмиями;
- характеристика эпизода аритмии (его порядковый номер, время начала и окончания, длительность, средняя длительность интервалов при первоначальной детекции и при прекращении аритмии, количество актов повторной детекции, вид и количество проведенных терапий и т.д.).

Как показывает клинический опыт, передаваемая врачу на основе функции “Home Monitoring” с опцией “IEGM Online” информация достаточна для принятия решения об адекватности проводимой ИКД-терапии. В частности, благодаря телемониторингу могут быть диагностированы избыточная детекция желудочковых потенциалов (T-wave oversensing) и синусовая тахикардия, сопровождающиеся шоковыми разрядами ИКД [23]. В этих клинических случаях неадекватная детекция может быть выявлена на раннем этапе, и пациенты могут быть избавлены от ненужных болезненных шоковых разрядов.

Новая функция повышает надежность работы ИКД, так как позволяет постоянно контролировать адекватность терапии. Клиническая верификация сигналов ВЭГМ, полученных с помощью функции “IEGM Online”, была проведена в рамках исследования RIONI (Reliability of IEGM-Online Interpretation) [24, 25]. На материалах 210 эпизодов, полученных из 40

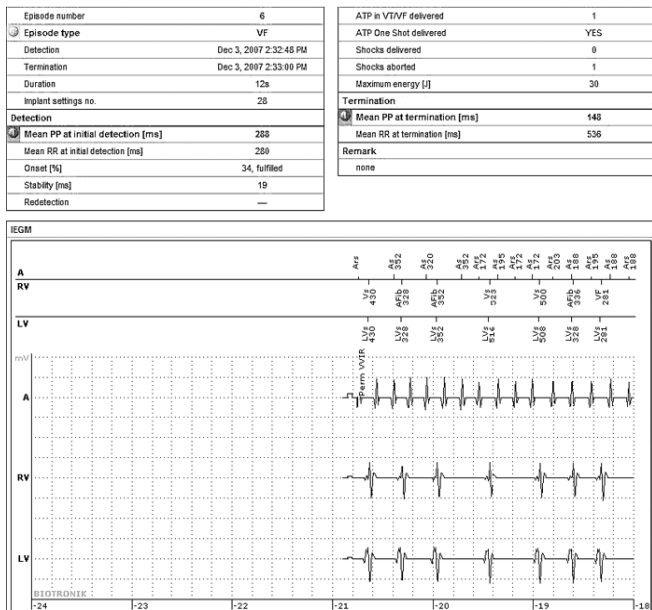


Рис. 3. Фрагмент страницы сообщения с опцией “IEGM Online”, содержащей интервал ВЭГМ и информацию, классифицирующую как эпизод аритмии в целом, так и отдельные сердечные циклы (пояснения в тексте). Отрезок ВЭГМ характеризует эпизод фибрилляции желудочков, зарегистрированный ИКД (Lumax HF-T, Biotronik) с последующим проведением антитахикардической стимуляции

европейских клиник, было проанализировано, соответствует ли оценка адекватности ИКД-терапии, сделанная на основе функции “IEGM Online”, оценке, сделанной на основе холтеровских данных устройства о соответствующем эпизоде. Результаты его позволили лучше определить эффективность наблюдения пациентов с помощью технологии “Home Monitoring” и оценить информативность сигналов “IEGM Online”. Ясно, что потенциал развития этого направления очень высок, поскольку позволяет подключить к анализу передаваемой системой ИКД информации большую вычислительную мощность сервисного центра.



Рис. 4. Фрагмент страницы сообщения Home Monitoring содержит запись интервала ВЭГМ “IEGM Online” в момент детекции (продолжение рис. 3) эпизода фибрилляции желудочков. Запись сигналов на предсердном (A), право- (RV) и левожелудочковом (LV) каналах с указанием длительности интервалов и классификацией каждого из событий по всем каналам (ИКД Lumax HF-T, Biotronik)

Важным отличительным достоинством функции “IEGM Online” является то, что она запускается автоматически, после того как устройство детектировало эпи-

зод, отнесенный алгоритмом к разряду желудочковой тахикардии или фибрилляции желудочков. Сообщение с записью интервалов ВЭГМ в момент детекции желудочковой аритмии и в ходе ее терапии посылается также автоматически, без участия пациента, сразу после окончания аритмического эпизода.

Функция “IEGM Online” запускается и после детекции аритмии, классифицируемой как наджелудочковая, но передача записанных ВЭГМ в этом случае осуществляется вслед за следующим периодическим сообщением о зарегистрированных трендах.

Длительность передаваемых интервалов ВЭГМ зависит от частоты сердечного ритма: чем она выше, тем короче длительность, что связано с ограничением по объему передаваемой информации. В целом может быть передано до 30 секунд ВЭГМ в период детекции и до 15 секунд ВЭГМ в момент купирования аритмии (в случае, приведенном на рис. 3, 4 и 5, длительность составила соответственно 21 и 12 секунд).

Внедрение в широкую клиническую практику ИКД с такими техническими возможностями открывает новые перспективы применения этого вида терапии. Они могут быть определены в рамках представительных клинических исследований с участием большого количества центров, которые были начаты в 2006 г. Перспективное рандомизированное исследование TRUST (Lumos-T Safely RedUceS RouTine Office Device Follow-Up), начатое с применением ИКД Lumos DR-T или VR-T и включавшее более тысячи пациентов уже в середине 2007 г., должно ответить на вопрос, насколько применение технологии “Home Monitoring/IEGM Online” может снизить частоту амбулаторных наблюдений без повышения риска для больных и при несомненных преимуществах ранней детекции желудочковой тахикардии, фибрилляции желудочков, пароксизмов фибрилляции предсердий. Оно было расширено с целью включения более 1500 пациентов после проведения исследования EveresT (Evaluation of the new BIOTRONIK Resynchronization + ICD System) и официального введения в клиническую практику ИКД Lumax HF-T.

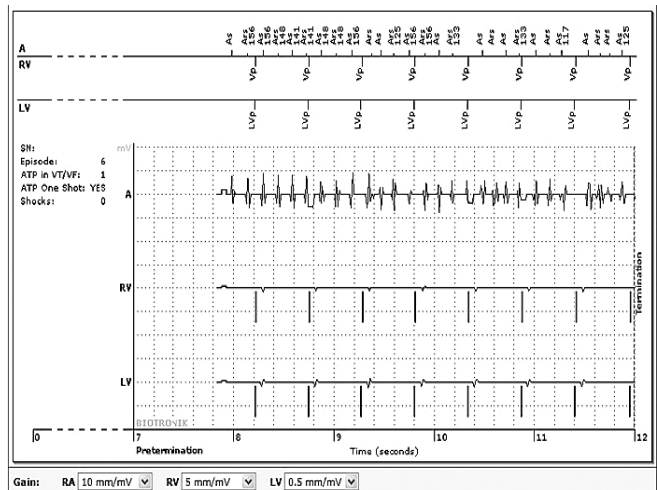


Рис. 5. Сообщение Home Monitoring “IEGM Online” содержит запись интервала ВЭГМ в момент прекращения эпизода фибрилляции желудочков и эффективной бивентрикулярной стимуляции. Продолжение эпизода, начало которого показано на рис. 3 и 4 (ИКД Lumax HF-T, Biotronik)

### Развитие электрокардиотерапии на основе телемониторинга имплантатов

Дальнейшее развитие телеметрии в медицинской практике будет идти по пути развития технологий, как требующих участия пациента, так и не требующих или даже исключающих его. Последнее особенно необходимо в случае применения терапий в жизнеугрожающих ситуациях, как, например, при фибрилляции желудочков. Развитие технических возможностей имплантируемых устройств и средств телекоммуникации создает предпосылки для расширения функций в области диагностики симптомов или заболеваний, не заметных пациенту или проявляющихся эпизодически. Ярким примером эффективности применения ЭКС и ИКД с функцией удаленного и мобильного мониторинга является диагностика пароксизмов фибрилляции предсердий. В базе сервисного центра "Home Monitoring" накапливаются сообщения, которые свидетельствуют в пользу широких возможностей телемониторинга в оценке эффективности лекарственной терапии и катетерной абляции в остром и позднем периодах наблюдения, а также в верификации этиологии синкопальных состояний.

В современных ЭКС и ИКД уже заложены многие опции, которые со временем позволят расширить показания к применению приборов для постоянной электрокардиостимуляции. К этим опциям относятся такие параметры, как вариабельность сердечного ритма (BCP), средний и максимальный желудочковый ритм при предсердной аритмии, рассчитываемые самими устройствами на основе измеряемых сигналов ВЭГМ. Врачам и разработчикам предстоит пройти длительный совместный путь, чтобы реализовать весь информационный потенциал, который заложен в сигналах "IEGM Online". В 2008 г. при поддержке компании BIOTRONIK стартовал проект HIRTE (Heart Failure Monitoring by Analysis of RR Intervals in the Long-Term ECG). Целью перспективного клинического исследования является определение корреляции между параметрами BCP, определяемыми имплантатами на основе регистрируемых ВЭГМ, и клиническими параметрами оценки состояния больных СН. Кроме того, будет идти поиск новых нестандартных параметров BCP на основе корреляции с параметрами клинического состояния.

Таким образом, в распоряжении врача оказывается все более обширная база данных и экспертные знания сервисного центра наряду с его вычислительной мощностью. Уже сейчас современные модели ЭКС и ИКД в состоянии запоминать десятки минут ВЭГМ, снимаемых одновременно в нескольких камерах сердца. Передача сигналов ВЭГМ с высоким временным разрешением (и, соответственно, с широким частотным спектром) и почти в реальном масштабе времени откроет широкие перспективы для поиска новых сенсоров и применения математических методов оценки состояния миокарда с помощью электронных имплантатов на основе ВЭГМ [26, 27, 28].

Объективная оценка состояния миокарда является ключевой проблемой диагностики и лечения кардиологических больных. Технология телемониторинга "Home Monitoring" с регистрацией ВЭГМ открывает путь к ее

решению и созданию методов и приборов, способных диагностировать и путем превентивного воздействия предотвращать осложнения заболеваний сердца и развитие нарушений сердечного ритма.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Einthoven W. Le Telecardiogramme. – Arch. Intern. Physiol. – 1906. – 4. – 132.
2. Kennedy H.L., Caralis D.G. Ambulatory Electrocardiography: A Clinical Prospective. – Ann. Intern. Med. – 1977. – 87. – 729–739.
3. Dubner S., Szttyglic E., Boskis P. et al. Evaluation of Outpatient Arrhythmias and Pacemakers Utilizing Transtelephonic Monitoring Devices. – A. N. E. – 1996. – 1 (3) – 301–305.
4. Auer T., Schreier G., Hutten H. et al. Intramyocardial Electrograms for the Monitoring of Allograft Rejection after Heart Transplantation Using Spontaneous and Paced Beats. – Transplantation Proceedings. – 1995. – 27. – 2621–2624.
5. Schreier G., Hutten H., Schaldach M. et al. Remote Intramyocardial Electrogram Analysis for Non-invasive Monitoring after Heart Transplantation. – Medical & Biological Engineering & Computing. – 1996. – 34 (Suppl 1, part 1) – 205–206.
6. Hutten H., Schaldach M. Telecardiology – Optimizing the Diagnostic and Therapeutic Efficacy of the Next Implant Generation. – Progress in Biomedical Research. – 1998. – 3 (1) – 1–4.
7. Niederlag W. Communication Technologies for Improvement of Pacemaker Therapy. – Progress in Biomedical Research. – 2001. – 6 (1) – 6–12.
8. Stellbrink C., Filzmaier K., Mischke K. et al. Potential Applications of Home Monitoring in Pacemaker Therapy – A Review with Emphasis on Atrial Fibrillation and Congestive Heart Failure. – Progress in Biomedical Research. – 2001. – 6 (2) – 107–114.
9. Ammirati F., Colivicchi F., Santini M. Home Monitoring in Pacemaker Therapy – New Possibilities for Therapeutic Optimization. – Europace. – 2001. – 2 (Suppl. A) – A87.
10. Stellbrink C., Hartmann A., Igidbashian D. et al. Home Monitoring for Pacemaker Therapy: Intermediate Results of the First European Multicenter Study. – Abstract for NASPE, San Diego, USA, May 8–11, 2002. – Pacing Clin Electrophysiol. – 2002. – 25 (4, Part II) – 686.
11. Santini M. Home Monitoring for the Management of Patients with Atrial Tachyarrhythmia – An International Multicenter Clinical Trial. – Progress in Biomedical Research. – 2002. – 7 (4) – 258–265.
12. Wallbruck K., Stellbrink C., Santini M. et al. The Value of Permanent Follow-up of Implantable Pacemakers – First Results of a European Trial. Biomed Tech (Berl) 2002. – 47 (Suppl 1, Part 2) – 950–953.
13. Scholten M.F., Thornton A.S., Theuns D.A. et al. Twidler's Syndrome Detected by Home Monitoring Device. – PACE 2004. – 27. – 1151–1152.
14. The Atrial Fibrillation Follow-up Investigation of Rhythm Management (AFFIRM) Investigators. A Comparison of Rate Control and Rhythm Control in Patients with Atrial Fibrillation. – New England Journal of Medicine. – 2002. – 347 (23) – 1825–1833.
15. Sweeney M.O., Hellkamp A.S., Ellenbogen K.A. et al. Adverse Effect of Ventricular Pacing on Heart Failure and

Atrial Fibrillation among Patients with Normal Baseline QRS Duration in a Clinical Trial of Pacemaker Therapy for Sinus Node Dysfunction. – *Circulation*. – 2003. – 107 (23) – 2932–2937.

16. Sack S., Wende C., Bauer W., Naegele H., Malinowski K., Paul V., on behalf of Home CARE investigators. Potential of Home Monitoring in CRT Devices to Predict Rehospitalisation and Death Events. Abstract to ESC 2006, Barcelona, Spain, September 2–6, 2006. – *Eur Heart J*. – 2006. – 27 (Abstract Suppl) – 610.

17. Sauberman R.B., Hsu W., Machado C.B., et al. Technical Performance and Clinical Benefit of Remote Wireless Monitoring of Implantable Cardioverter Defibrillators. Abstract for HEART RHYTHM, San Francisco, USA, May 19–22, 2004. – *Heart Rhythm*. – 2004. – 1 (1, May Suppl.) – S215.

18. Lazarus A., Laroche X., Wildau H.J. Early Detection of Events with Home Monitoring: Analysis of the Worldwide Home Monitoring Database. Abstract for Cardiosim, Nice, France, June 14–17, 2006. – *Europace*. – 2006. – 8 (Suppl 1). – 233–1 (abstract number).

19. Lazarus A. Remote, Wireless, Ambulatory Monitoring of Implantable Pacemakers, Cardioverter Defibrillators, and Cardiac Resynchronization Therapy Systems: Analysis of a Worldwide Database. – *PACE*. – 2007. – 30 (Supplement 1) – S2–S12.

20. Bänsch D., Steffgen F., Grönefeld G., Wolpert C., et al. The 1 + 1 Trial: A Prospective Trial of a Dual-Versus a Single-Chamber Implantable Defibrillator in Patients with Slow Ventricular Tachycardias. – *Circulation*. – 2004. – 110 (9) – 1022–1029.

21. Dorian P., Philippon F., Thibault B., Kimber S., et al. ASTRID Investigators. Randomized Controlled Study of the Detection Enhancements Versus Rate-Only Detection to Prevent Inappropriate Therapy in a Dual Chamber Implantable Cardioverter-Defibrillator. – *Heart Rhythm*. – 2004. – 1. – 540–547.

22. Theuns D.A., Klootwijk A.P., Goedhart D.M., Jordaens L.J. Prevention of Inappropriate Therapy in Implantable Cardioverter-Defibrillators: Results of a Prospective Randomized Study of Tachyarrhythmia Detection Algorithms. – *J Am Coll Cardiol*. – 2004. – 44. – 2362–2367.

23. Ritter O., Bauer W.R. Use of “IEGM Online” in ICD Patients – Early Detection of Inappropriate Classified Ventricular Tachycardia via Home Monitoring. – *Clinical Research in Cardiology*. – 2006. – 95 (7) – 368–372.

24. Perings C., Klein G., Toft E. et al. and on behalf of the RIONI Investigators. The RIONI Study Rationale and Design: Validation of the First Stored Electrograms Transmitted via Home Monitoring in Patients with Implantable Defibrillators. – *Europace*. – 2006. – 8. – 288–292.

25. Perings C., Korte T., Trappe H.-J., and on behalf of the RIONI investigators. IEGM-Online Based Evaluation of Implantable Cardioverter Defibrillator Therapy

Appropriateness. – *Clinical Research in Cardiology*. – 2006. – 95 (No 3, Supplement 3) – iii22–iii28.

26. Anosov O., Berdyshev S., Khassanov I., Schaldach M., and Hensel B. Wave propagation in the atrial myocardium: Dispersion properties in the normal state and before fibrillation. – *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. – 2002. – 49 (12) – 1642–1645.

27. Khassanov I., Anosov O., Hensel B., Petersen S. Equivalent Dispersion Dependence – Arrhythmia Markers for Implantable Devices. *Biomedizinische Technik* 2005; 50 (Supplementary Volume 1, part 1): 719–720.

28. Аносов О.Л., Хасанов И.Ш., Хензель Б., Ревшвили А.Ш., Давтян К.В., Рзаев Ф.Г. Метод мониторинга изменений паттерна возбуждения в миокарде in vivo. – *Вестник Аритмологии*. – 2007. – № 48. – С. 28–34.

## REMOTE MONITORING OF IMPLANTED DEVICES – NEW POSSIBILITIES OF DIAGNOSIS AND TREATMENT OF ARRHYTHMIAS AND HEART FAILURE

I. Sh. Khassanov

### SUMMARY

Ever more technologies find their application in pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators (ICD). Impetuous development of telecommunication technologies led to devices that enable patient follow-up (FU) not only during ambulatory visits but also spanning time in between, thus allowing for patient permanent remote monitoring. Safety of heart electrotherapy has been increased, perspectives have been opened to implicate new therapeutic approaches significantly reducing the number of FU visits; diagnostic and therapeutic options of implants have been extended. Permanent mobile remote monitoring with the aid of CRT-systems (Cardiac Resynchronization Therapy) registering a set of parameters under one “Heart Failure Monitor” option can partly solve the problem of acute complications in heart failure (HF) patients. A significant progress on that way has been achieved with the new IEGM Online option of Home Monitoring (BIOTRONIK) technology marking the origin of new medical service. The new technology has proven its efficiency in diagnostics of atrial fibrillation (AF), cost-saving FU of heart failure patients and timely optimization of their pacemaker and medication therapy.

**Key words:** heart electrotherapy, remote monitoring, paroxysms of atrial fibrillation, heart failure, Heart Failure Monitor.