

Е.В.Тетерина, С.А.Зенин

ХОЛТЕРОВСКОЕ МОНИТОРИРОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯТОРОВ

Новосибирский областной клинический кардиологический диспансер

В настоящее время все чаще при лечении нарушений ритма и проводимости различного генеза используется электрокардиостимуляция. С развитием прогресса совершенствуются и имплантируемые электрокардиостимуляторы (ЭКС): на смену однокамерным ЭКС, работавшим в асинхронном режиме, пришли двухкамерные стимуляторы, обеспечивающие необходимую частоту ритма. Последние модели ЭКС - это сложные устройства с широкими возможностями программирования их функций. При этом с усложнением кардиостимуляционной техники расширяются как ее возможности в контроле ритма пациентов, так и трудности в интерпретации регистрируемого на ЭКГ функционирования постоянных ЭКС.

Интерпретация результатов суточного мониторинга электрокардиограммы (СМ ЭКГ) играет важную роль в оценке функционирования имплантированного аппарата, что помогает в грамотном ведении пациента. Нами проведена попытка анализа СМ ЭКГ у пациентов, не обнаруживших каких-либо дисфункций при стандартной регистрации кардиограммы и «опросе» (interrogation) имплантированных устройств.

Во время СМ ЭКГ оценивались следующие параметры работы ЭКС:

1. Эффективность, т.е. соответствие спайков и признаков возбуждения камер сердца.
2. Отсутствие или наличие нарушений восприятия (детекции) каким-либо каналом (гипо- или гиперсенсинг).
3. Нарушения ритма, связанных с работой ЭКС.
4. Изменения запрограммированных параметров стимуляции.

СМ ЭКГ проводили на системе фирмы «Siemens». Обследовано 124 пациента в возрасте от 23 до 80 лет, из них 69 мужчин и 55 женщин. Показаниями к установке ЭКС были дисфункция синусового узла (СССУ, преходящий отказ синусового узла) с развитием синкопальных состояний, недостаточности кровообращения - у 48 больных; атриовентрикулярные блокады 2-3 степени врожденные или приобретенные (в том числе после операций радиочастотной абляции АВ соединения по поводу пароксизмальных суправентрикулярных тахикардий) - у 58 больных, у 16 обследованных было сочетанное поражение синусового и АВ узла. Двум пациентам по поводу пароксизмов желудочковой тахикардии (ЖТ) был имплантирован кардиовертер-дефибриллятор (ИКД).

У 63 обследованных была однокамерная стимуляция, при этом были имплантированы отечественные аппараты ЭКС-300, ЭКС-500, ЭКС-501, ЭКС-511, ЭКС-532, ЭКС-3000. У 60 больных - двухкамерная стимуляция: аппараты «Sigma», «Kappa» фирмы Medtronic; «Pikos», «Axios», «Kairos», «Metros», «Ergos» фирмы Biotronik, «Vita 2», «Selection» фирмы Vitatron и отечественный аппарат ЭКС-4000. У одного пациента был имплантирован бивентрикулярный ЭКС «InSync» фирмы Medtronic.

У всех обследованных больных при записи обычной ЭКГ нарушений в работе ЭКС не выявлено. При СМ ЭКГ эффективная стимуляция была у 119 пациентов (96%), эпизоды неэффективной стимуляции желудочков (рис. 1) - у 3 пациентов (2%) и эпизоды неэффективной стимуляции предсердий - у 3 пациентов (2%). Частота включений ЭКС у различных больных отличалась: от единичных до 100% навязанных комплексов. Однако даже СМ ЭКГ позволяет лишь констатировать факты нарушения стимуляции, но не указывает на их причины, которых может быть несколько: дислокация электрода, его поломка, истощение батареи, повышение порога стимуляции и др.

Нарушение восприятия биопотенциалов каким-либо каналом (гипо-, гиперсенсинг) также может быть обусловлено различными причинами: неадекватные по амплитуде биосигналы, дислокация электрода, его поломка, разряд батареи, избыточное восприятие миопотенциалов, детекция зубцов Р или Т желудочковым каналом, детекция зубцов R, Т или U предсердным каналом и др. Современные ЭКС способны к сенсингу предсердной и/или желудочковой активности. Усложнение систем направлено на обеспечение атриовентрикулярной (АВ) синхронизации, устранение отрицательных электронных взаимодействий между каналами ЭКС и неблагоприятных взаимодействий навязанного и спонтанного ритмов.



Рис. 1. Эпизод неэффективной желудочковой ЭКС.

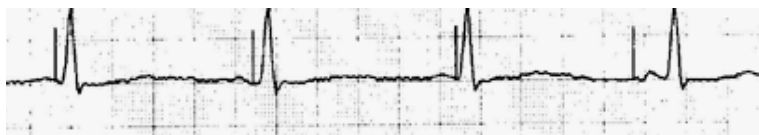


Рис. 2. Гипосенсинг Р волны при однокамерной стимуляции. Синусовые зубцы Р в первых трех комплексах не детектируются и на предсердие подается стимул, ответа на который нет, т.к. предсердия находятся в рефрактерном периоде.

Снижение чувствительности в каком-либо канале выявлены у 32 больных (25,6%), в том числе гипосенсинг Р-волны при однокамерной предсердной стимуляции (рис. 2), гипосенсинг R-волны при однокамерной стимуляции желудочков, гипосенсинг Р-волны при двухкамерной стимуляции (рис. 3), гипосенсинг R-волны при двухкамерной стимуляции, гипосенсинг и Р- и R-волн при двухкамерной стимуляции. Данные нарушения чувствительности явились по нашим данным наиболее распространенным видом дисфункций стимулирующих систем. При этом очевидной становится лимитированная информативность определения амплитуды эндокардиального сигнала при стандартном программировании ЭКС (в положении лежа). Повседневная физическая активность пациента с СМ ЭКГ позволяет диагностировать неадекватное программирование параметров и предопределяет более точный индивидуальный подбор показателей и полярности (моно- или биполярная) чувствительности ЭКС.

Гиперсенсинг в одном из каналов выявлен у 19 пациентов (15,3%). Это проявлялось детекцией потенциалов грудной мышцы предсердным каналом ЭКС (рис. 4) или детекцией миопотенциалов желудочковым каналом, что вызывало ингибирование выхода очередного желудочкового стимула и появление пауз в работе ЭКС (рис. 5). У 12 пациентов (9,7%) причиной повышенной чувствительности желудочкового канала с развитием пауз в работе ЭКС были различные технические нарушения.

На основании вышеописанных наблюдений нами проводятся пробы с нагрузкой на плечевой пояс при первичном программировании параметров чувствительности имплантированного ЭКС. Находясь в положении лежа, пациент под мониторным контролем ЭКГ оказывает давление в различных направлениях на руку врача. При этом воспроизводимость миопотенциального ингибирования достигает 85% в сравнении с СМ ЭКГ. Это помогает более адекватно запрограммировать параметры чувствительности каналов ЭКС и при необходимости, а

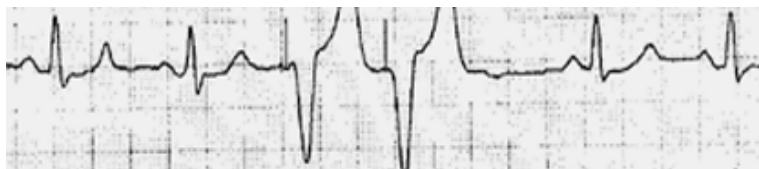


Рис. 4. Срабатывание желудочкового канала в ответ на детекцию предсердным каналом миопотенциалов грудной мышцы.

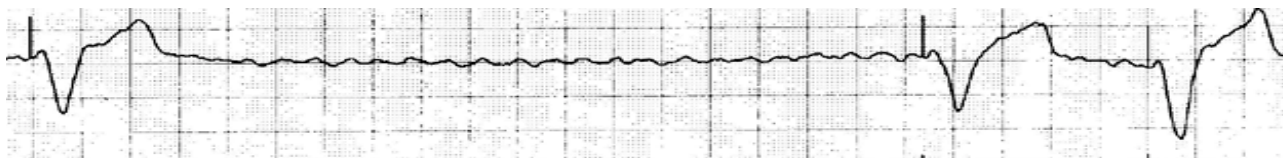


Рис. 5. Миопотенциальное ингибирование при желудочковой стимуляции (пауза 3700 мс).

также возможности, переводить детекцию в биполярный режим. Данная методика позволяет обеспечить адекватность и надежность функционирования ЭКС в плане предотвращения гемодинамически значимых пауз и предупредить возможные синкопальные и пресинкопальные состояния, связанные с феноменом детекции аппаратом активности скелетных мышц.

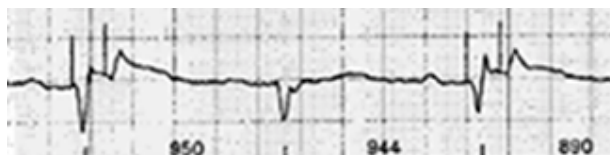


Рис. 3. Гипосенсинг Р-волны двухкамерным ЭКС. Синусовый ритм с частотой 63 в мин. Синусовые зубцы Р перед 1-м и 3-м комплексами не детектируются и подается стимул на предсердия (первый спайк). Спонтанные комплексы QRS попадают в «слепой (blanking) период» желудочкового канала, поэтому включается последовательная желудочковая стимуляция (второй спайк через 160 мс после первого). Ответа на стимуляцию предсердий и желудочков нет, т.к. они находятся в рефрактерном периоде после спонтанного возбуждения.

Говоря об избыточной детекции, следует также учитывать возможность восприятия предсердным каналом ритмоводителя желудочковой активности (как стимулированного, так и спонтанного желудочкового сокращения), что может приводить к «замедлению» работы прибора. Базовый интервал предсердного канала запускается от воспринятой активности желудочка. Данное нарушение чаще может наблюдаться при позиционировании предсердного электрода активной фиксации в область нижней трети межпредсердной перегородки. Потенциально возможный противоположный вариант избыточной чувствительности (восприятие желудочковым каналом предсердного стимула (crosstalk) с потенциальным развитием асистолии желудочков) ни разу не отмечен нами при фабричных установках «слепого периода» и чувствительности желудочкового канала и возможен лишь при неадекватном программировании данных параметров.

Аритмии могут быть спонтанными или связанными с работой ЭКС, последние принято называть пейсмерными. Из аритмий, связанных с работой ЭКС, у 1 пациента (0,8%) выявлена пейсмерная желудочковая экстрасистолия. Дифференцировать желудочковую экстрасистолию, вызванную основным заболеванием, от той, что обусловлена стимуляцией, помогают следующие критерии: идентичность всех экстрасистолических комплексов, регистри-

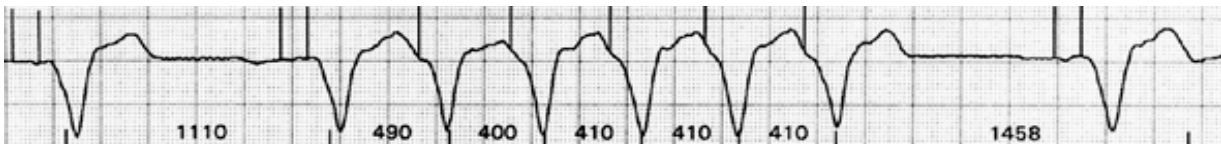


Рис. 6. «Пейсмекерная» тахикардия у больного с сохраненным ВА проведением.

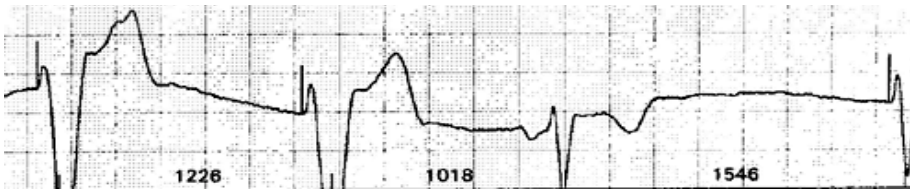


Рис. 7. Функция гистерезиса при однокамерной желудочковой стимуляции. Базовый интервал 1226 мс (1-й и 2-й навязанные комплексы). Включена функция гистерезиса: после спонтанного комплекса (3-го) очередной желудочковый стимул появляется через 1546 мс (интервал гистерезиса 320 мс).

руемых после навязанных; стабильность интервала сцепления; исчезновение экстрасистолы после отключения ЭКС. У 4 пациентов (3,2%) выявлены пароксизмы «пейсмекерной» тахикардии (ПМТ) на фоне сохраненного вентрикулоатриального (ВА) проведения (рис. 6). Наличие ВА проведения без развития «эхо-сокращений» при желудочковой стимуляции может не приводить к каким-либо нежелательным явлениям, а иногда препятствует развитию суправентрикулярных аритмий. Но при двухкамерной стимуляции сохраненное ВА-проведение может создать основу для развития круговой ПМТ.

«Пейсмекерная» аллоритмия была успешно корригирована уменьшением параметров энергии стимула. Что касается пейсмекер-опосредованной тахикардии (pacemaker mediated «endless loop» tachycardia), то в большинстве случаев она легко предотвращается адекватным удлинением предсердной рефрактерности, что обеспечивает попадание ретроградно проведенной желудочковой активности в период невосприимчивости предсердного канала. Определение продолжительности ретроградного ВА проведение имеет особую актуальность при отсутствии в ритмоводителе функции автоматического купирования «пейсмекерной» тахикардии, что делает ее возникновение гемодинамически опасным.

Помимо частоты, с которой осуществлялась стимуляция камер, оценивались и другие запрограммированные параметры: продолжительность АВ задержки, функция гистерезиса (увеличение базового интервала стимуляции для сохранения спонтанного ритма), ответ на нагрузку частотно-адаптивных стимуляторов, поведение ЭКС при достижении верхнего предела частоты трекинга (upper tracking limit), автоматическое переключение режима (mode switch).

Оптимальная АВ задержка должна обеспечивать синхронизацию предсердной и желудочковой систолы в покое и при физической нагрузке. При частотно-адаптивной двухкамерной стимуляции у 8 паци-

ентов (6,5%) АВ задержка менялась в зависимости от частоты сердечных сокращений, но в пределах запрограммированного интервала (динамическая АВ задержка). Во многих современных ЭКС в режиме DDD устанавливается гистерезис АВ задержки, при котором автоматически укорачивается АВ интервал на запрограмми-

рованную величину при переключении предсердно-желудочковой стимуляции на Р-синхронизированную желудочковую стимуляцию.

Функция гистерезиса при стимуляции желудочков (увеличение базового интервала стимуляции для сохранения спонтанного ритма) была включена у 4 обследованных (3,2%). Выявленные при СМ ЭКГ значения гистерезиса также соответствовали запрограммированным параметрам (рис. 7).

При превышении частотой ритма предсердий верхнего предела частоты трекинга проведение предсердных импульсов на желудочки может меняться следующим образом: а) возникает режим деления (проведение 2:1, 3:1 и т.д.); б) возникает проведение с периодикой Венкебаха. Такое проведение при превышении верхнего предела частоты трекинга было выявлено у 8 пациентов (6,5%), как в режиме «деления» (рис. 8), так и в режиме периодики Венкебаха (рис. 9).

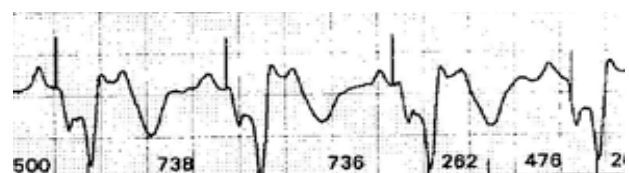


Рис. 8. Режим деления 2:1 при превышении предсердным ритмом верхнего предела частоты трекинга, составляющего у данного пациента 120 имп/мин.

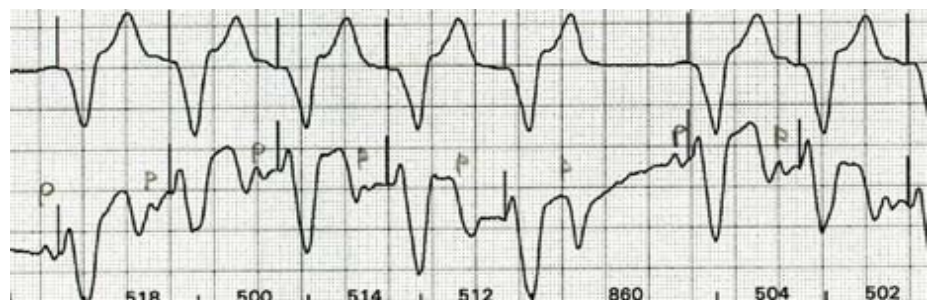


Рис. 9. Режим «Венкебаха». При превышении предсердным ритмом верхнего предела частоты трекинга (120 имп/мин) возникает проведение на желудочки с периодикой Венкебаха: постепенное увеличение интервала «Р-стимул» с 1-го по 5-й комплекс, после 5-го комплекса зубец Р не проводится, в результате чего отмечается увеличение интервала между навязанными комплексами (5-м и 6-м) до 860 мс.

Чтобы избежать трекинга быстрых предсердных ритмов, в современных аппаратах имеется функция автоматического переключения режима (mode switch). При ее включении, если частота предсердного ритма превысит запрограммированную, стимулятор автоматически перейдет в режим работы с отсутствием триггерного ответа на предсердную активность (VVI, VDI, DDI). Срабатывание данной функции при СМ ЭКГ была выявлена у 3 обследованных (2,4%), у 2 из них были пароксизмы фибрилляции-трепетания предсердий (рис. 10), у 1 - предсердная экстрасистолия и ускоренный предсердный ритм (рис. 11).

Во многих современных устройствах существует так называемая функция превентивной желудочковой стимуляции, направленной против ингибирования желудочкового канала перекрестным сенсингом («ventricular safety pacing»). Когда предсердный электрод находится вблизи желудочкового, то предсердный стимул может детектироваться желудочковым каналом, вызывая ингибирование выхода желудочкового импульса. Для предотвращения этого было выделено специальное окно детекции вслед за желудочковым «слепым» периодом. Если активность детектируется в таком окне, то предполагается, что это был неадекватный сенсинг предсердного стимула, и ЭКС вместо подавления запускает выход желудочкового импульса в конце сокращенного АВ интервала. При СМ ЭКГ у одного пациента (аппарат фирмы «Vitatron») было выявлено включение функции превентивной желудочковой стимуляции (рис. 12).

Из нарушений спонтанного ритма можно отметить следующие: суправентрикулярная экстрасистолия (Эс) у 26 (21%), пароксизмы суправентрикулярной тахикардии (СВТ) – 11 (8,9%) и постоянная форма СВТ – у 5 (4%). Желудочковая Эс различных градаций по Лауну отмечена у 50 пациентов (40,3%), из них у 6 (4,8%), без ИКД, зарегистрированы пароксизмы ЖТ (рис. 13).

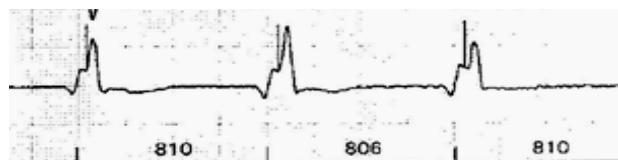


Рис. 12. Включение функции превентивной желудочковой стимуляции. Произошла детекция активности желудочковым каналом во время АВ интервала (в так называемом «окне детекции перекрестного сенсинга»), аппарат «предполагает», что это был неадекватный сенсинг предсердного стимула, и подает желудочковый стимул в конце сокращенного АВ интервала, в данном случае через 160 мс (запрограммированная АВ задержка у данного пациента 230 мс).



Рис. 10. «Mode switch» при пароксизме фибрилляции предсердий. Режим DDD (предсердно-желудочковая стимуляция в 3-м, 4-м комплексах и Р-синхронизированная желудочковая стимуляция в 5-м комплексе на рис. 10,а) переключается при пароксизме ФП на режим VVI (желудочковая стимуляция во всех комплексах на рис. 10,б).



Рис. 11. Переключение режима («mode switching») в пределах одного комплекса. В 1-м и 2-м комплексах - Р-синхронизированная желудочковая стимуляция (интервал между синусовыми зубцами Р равен 680 мс). После 2-го комплекса возникает эктопический зубец Р*, интервал Р-Р* равен 650 мс. Т.к. верхний предел частоты трекинга у данного пациента 90 имп/мин, то происходит переключение режима на DDI: эктопический зубец Р не прерывает предсердный выскальзывающий интервал, после которого иницируется АВ-интервал. Таким образом, между предыдущим (2-м) и очередным (3-м) желудочковыми стимулами сохраняется базовый интервал (базовая частота стимуляции у данного пациента 70 имп/мин). После 3-го комплекса в течение 660 мс спонтанная активность не регистрируется аппаратом, поэтому он вновь возвращается в режим DDD: предсердно-желудочковая стимуляция с частотой 70 в мин. (5-й и 6-й комплексы).

ИКД имплантируются при желудочковых тахикардиях и представляют из себя двухкамерный ЭКС с анти-тахикардическими функциями (электростимуляция и разряд). В зависимости от вида нарушения ритма автоматически меняется и метод их устранения (различные виды антитахикардической стимуляции, разная мощность разрядов). При анализе суточной ЭКГ у 2 больных с ИКД (1,6%) у одного из них отмечалась единичная желудочковая экстрасистолия, поэтому включений аппарата не было, у второго - пароксизмы ЖТ, купированные электростимуляцией (рис. 14).

Постоянная форма фибрилляции-трепетания предсердий регистрировалась у 16 (12,9%), пароксизмы фибрилляции-трепетания предсердий - у 12 больных (9,7%), из них у 4 был имплантирован однокамерный стимулятор и у 8 - двухкамерный. При фибрилляции предсердий ЭКГ-картина зависит от запрограммированной чувстви-

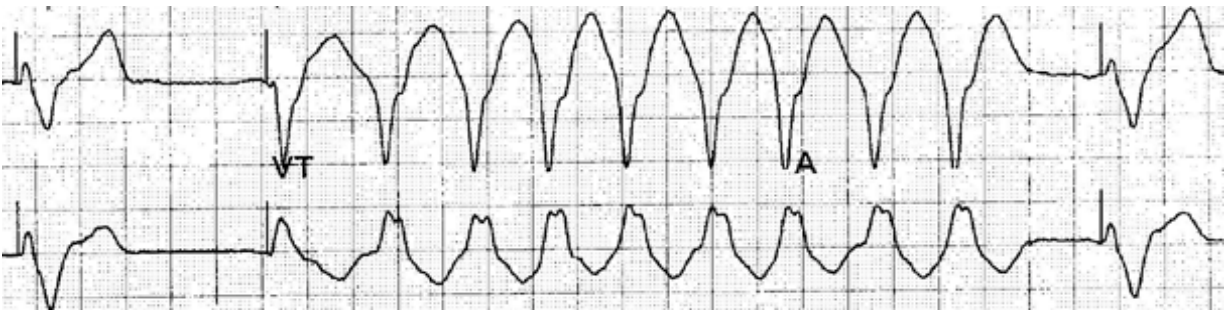


Рис. 13. Пароксизм желудочковой тахикардии у больного с двухкамерным ЭКС.

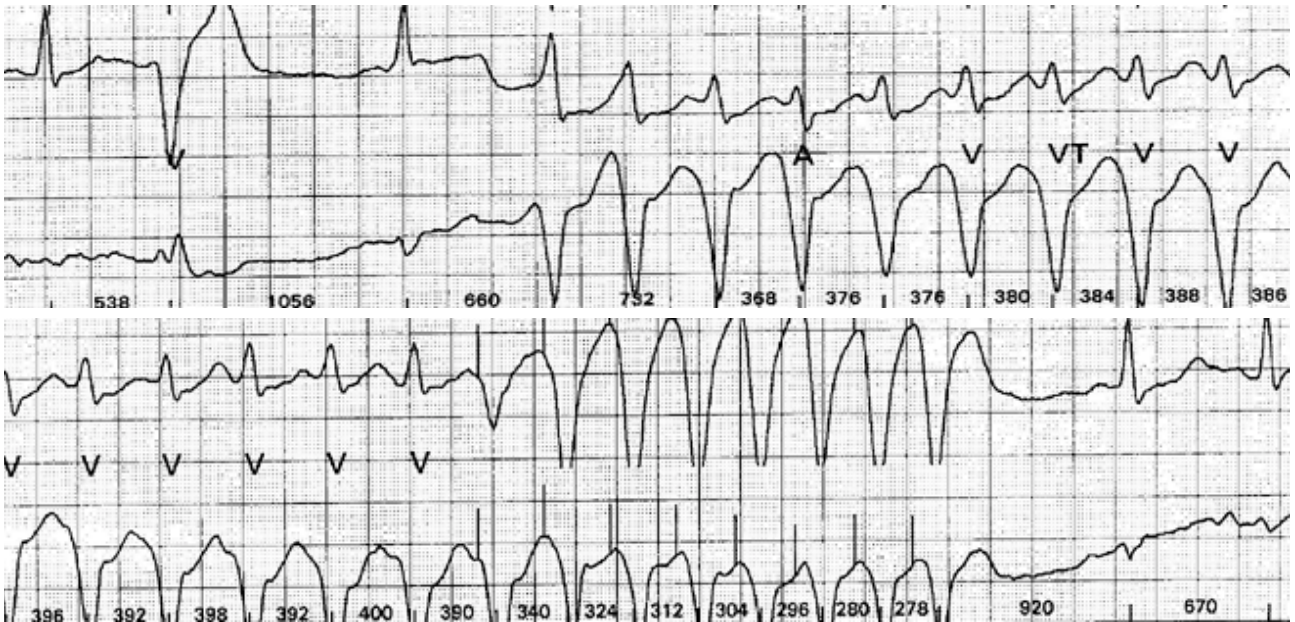


Рис. 14. Включение ИКД при пароксизме желудочковой тахикардии. При появлении пароксизма желудочковой тахикардии срабатывает ИКД: после 8 стимулов с интервалами 340–278 мс (8-15 комплексы на нижнем рисунке) пароксизм купирован.

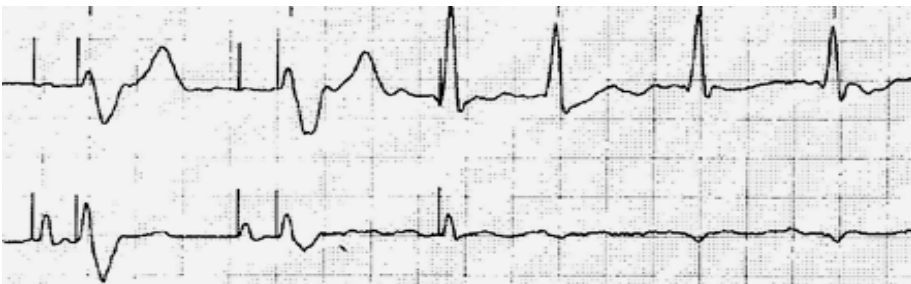


Рис. 15. Режим DDD при фибрилляции предсердий. Низкие волны фибрилляции не детектируются аппаратом и происходит предсердно-желудочковая стимуляция с базовой частотой (1-й и 2-й комплексы). Более высокие волны детектируются с последующей стимуляцией желудочков в триггерном режиме (3-й комплекс).

тельности ЭКС: если она превышает амплитуду самых высоких волн фибрилляции, то последние не детектируются и происходит предсердно-желудочковая стимуляция с базовой частотой, при этом ответа предсердий нет, т.к. они находятся в рефрактерном периоде.

Если чувствительность ЭКС больше самых низких, но меньше самых высоких волн фибрилляции, то, при отсутствии функции «mode switching», часть волн детектируется и возникает P(f)-синхронизированная желудоч-

ковая стимуляция с частотой не выше верхнего предела, часть же волн не детектируется, и тогда неэффективные предсердные стимулы подаются с базовой частотой (рис. 15). Наконец, если чувствительность ЭКС меньше самых низких волн, то для профилактики частой желудочковой стимуляции, аппарат работает в режиме VVI.

У многих больных встречалась комбинация различных нарушений ритма. 19-ти боль-

ным (15,3%) с выявленными нарушениями в работе ЭКС после перепрограммирования, замены ЭКС (электрода) проводилось контрольное СМ ЭКГ.

Таким образом, суточное мониторирование электрокардиограммы играет важную роль в выявлении различных нарушений работы имплантированных электрокардиостимуляторов, а также сопутствующих спонтанных аритмий, помогая клиницистам своевременно их устранить и улучшить качество жизни пациентов.