

Мониторирование пациентов с электрокардиостимулятором

Теоретическая часть книги В.М.Тихоненко, А.Е.Ривин "Практикум по холтеровскому мониторингованию. Мониторирование пациентов с электрокардиостимулятором.", Санкт-Петербург, 2014.

Интерпретация работы электрокардиостимуляторов по данным холтеровского мониторингования

Одной из задач при формировании заключения холтеровского мониторингования у пациентов с имплантированным электрокардиостимулятором является описание функционирования электрокардиостимулятора (ЭКС).

К сожалению, в настоящее время не существует единого алгоритма оценки и общепринятой формы заключения холтеровского мониторингования у пациентов с ЭКС. Недостаточное знание врачами функциональной диагностики принципов работы и многообразия существующих алгоритмов в современных моделях ЭКС значительно усложняет описание работы последних.

Мы взяли на себя смелость предложить практический алгоритм оценки функционирования ЭКС, основанный на определении основных параметров работы имплантированного устройства, с последующей трактовкой выявленных отклонений. К основным параметрам работы, по нашему мнению, необходимо отнести режим работы стимулятора, базовую частоту, наличие или отсутствие частотной адаптации.

Режимы работы ЭКС

Режимы работы определяют основные правила функционирования имплантированных электрокардиостимуляторов и описываются с помощью кода NASPE/BPED (NBG) пейсмейкеров (табл. 1).

Таблица 1

| Позиция символа | 1 позиция (стимулируемая камера) | 2 позиция (детектируемая камера) | 3 позиция (ответ на детектированный сигнал) | 4 позиция (частотная адаптация) |
|----------------------|---|---|---|---|
| Используемые символы | A = предсердие V = желудочек D = A + V (двухкамерный) | A = предсердие V = желудочек D = A + V (двухкамерный) | I = ингибция (запрет стимула) T = триггер D = двойной ответ (I + T) | O = отсутствие R = частотная адаптация |

Первая буква кода — стимулируемая камера сердца: A — предсердие; V — желудочек; D (dual) — обе камеры сердца (двухкамерная система).

Вторая буква кода — детектируемая камера сердца: A — предсердие; V — желудочек; D (dual) — обе камеры сердца (двухкамерная система); O — отсутствие детекции.

Третья буква кода — реакция кардиостимулятора на детектированные события: I (inhibit) — запрет нанесения стимула при детекции собственного события, часто описывается в литературе как "demand" или стимуляция "по требованию"; T (trigger) — нанесение стимула в ответ на детектированное событие; D (dual) — двойная реакция: и запрет нанесения стимула при детекции собственного события, и нанесение стимула на желудочки в ответ на собственное предсердное событие при двухкамерной стимуляции; O — отсутствие реакции кардиостимулятора.

Четвертая буква кода — наличие датчика и функции частотной адаптации: R (rate) — частотная адаптация; отсутствие четвертой буквы — отсутствие частотной адаптации.

Наиболее часто используемыми в настоящее время являются четыре режима стимуляции.

Первый режим — AAI(R)-стимуляция. При AAI(R)-стимуляции используется только предсердный электрод, следовательно, детекции собственных желудочковых событий не происходит. Кардиостимулятор осуществляет подачу импульса на предсердие с заданной амплитудой и частотой. Одновременно осуществляется детекция электрической активности в предсердии, и определение собственной р-волны запрещает нанесение очередного стимула, а также перезапускает новый интервал стимуляции.

Второй режим — VVI(R)-стимуляция. При VVI(R)-стимуляции используется желудочковый электрод, который детектирует исключительно желудочковую электрическую активность. Вследствие этого, стимуляция не имеет никакой связи с предсердными событиями. Кардиостимулятор осуществляет подачу импульса на желудочек с заданной амплитудой и частотой. Одновременно осуществляется детекция электрической активности в желудочке, и определение R-волны запрещает нанесение очередного стимула, а также перезапускает новый интервал стимуляции. Пример работы стимулятора в режиме VVI можно видеть в наблюдении 12 (больная Кры., 72 года), вопрос А.

Третий режим — DDD(R)-стимуляция. В режиме DDD(R) кардиостимулятор осуществляет подачу импульса с заданной амплитудой и частотой (интервалом) на предсердие, а затем на желудочек. Детекция р- и R-волн позволяет запретить нанесение предсердного и/или желудочкового стимула. Пример работы стимулятора в режиме DDD можно видеть в наблюдении 1 (больная Шик., 80 лет), вопрос В.

Триггерная функция заставляет нанести стимул на желудочек, если после предсердного сокращения в течение определенного периода не зафиксировано никакой желудочковой электрической активности. Этот период имитирует функцию АВ-узла и называется АВ-задержкой. Параметр АВ-задержки программируется и может иметь как фиксированное значение, так и динамически изменяться в зависимости от частоты сердечных сокращений. Интервал стимулированной АВ-задержки определяется между артефактом предсердного и желудочкового стимула в одном сердечном цикле. При наличии динамически изменяющегося интервала стимулированной АВ-задержки в зависимости от частоты сердечных сокращений говорят о диапазоне стимулированной АВ-задержки. Кроме этого, у стимуляторов, функционирующих в режиме DDD(R), программируется параметр, отвечающий за ограничение максимальной частоты проведения предсердных событий на желудочки. При ее превышении на желудочки "проводится" не каждое предсердное событие, т. е. возникает картина, подобная атриовентрикулярной блокаде 2-й степени.

При работе стимулятора в режиме DDD(R) на поверхностной ЭКГ могут наблюдаться четыре варианта комплексов (рис. 1):

- собственное сокращение (и предсердное, и желудочковое события являются собственными, артефактов стимулятора нет);
- р-синхронизированная стимуляция желудочков (в ответ на собственное предсердное событие стимулятор стимулирует желудочек, виден артефакт стимула перед комплексом QRS).
- комплексы предсердной стимуляции (стимулируется предсердие с последующим возникновением собственного желудочкового события, виден артефакт стимула перед волной р).
- комплексы двухкамерной стимуляции (стимулируются и предсердия, и желудочки, виден артефакт стимула как перед предсердным, так и перед желудочковым событием).

Важно, что в режиме DDDR всегда существует связь между предсердными и желудочковыми событиями, и появление стимуляции желудочков возможно только в ответ на предсердное событие, либо стимулированное, либо собственное.

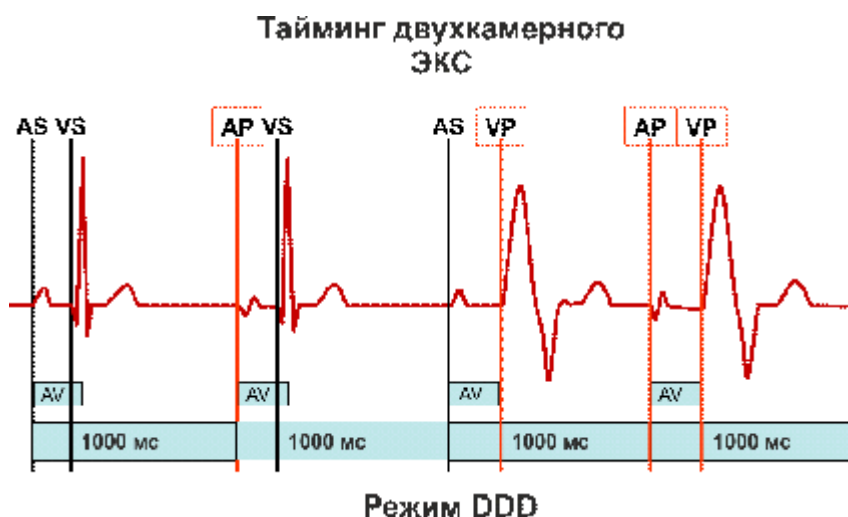


Рис. 1. Четыре варианта комплексов при работе стимулятора в режиме DDD: AS — собственное предсердное событие; AP — стимулированное предсердное событие; VS — собственное желудочковое событие; VP — стимулированное желудочковое событие

Четвертый режим — DDI(R)-стимуляция. В отличие от DDD(R)-режима в режиме DDI отсутствует триггерная реакция, т. е. стимуляция желудочков в ответ на собственные предсердные события. Этот режим используется преимущественно при предсердных тахикардиях с тем, чтобы не повышать частоту стимуляции желудочков.

Базовый интервал стимуляции

Базовый интервал стимуляции — интервал, после которого стимулятор наносит стимул при отсутствии собственных событий в сердце. Базовый интервал стимуляции определяется между двумя подряд идущими стимулированными событиями в дневное

время при нахождении пациента в покое. В режиме VVI(R) базовый интервал стимуляции определяется между двумя подряд идущими желудочковыми стимулами. В режимах AAI(R) и DDD(R) — между двумя подряд идущими предсердными стимулами. У некоторых моделей стимуляторов в ночное время программируется альтернативный интервал стимуляции, так называемый "интервал стимуляции ночью", который, как правило, длиннее базового интервала. А у стимуляторов с частотной адаптацией на холтеровской записи будут регистрироваться интервалы стимуляции короче базового интервала.

Частотная адаптация

Механизм прироста частоты сердечных сокращений определяет наличие или отсутствие частотной адаптации. Если мы видим укорочение интервала стимуляции у пациента при физической нагрузке, это свидетельствует о наличии частотноадаптивного стимулятора. В случае наличия частотной адаптации принято описывать максимальную частоту стимуляции, зарегистрированную при холтеровском мониторинге.

К сожалению, достаточно часто встречаются различные сочетания вышеописанных нарушений в работе электрокардиостимулятора.

Ритмы стимулятора

Наличие стимулятора приводит к появлению при холтеровском мониторинге дополнительных четырех ритмов, невозможных у пациентов без электрокардиостимулятора.

- Ритм желудочковой стимуляции (желудочковая стимуляция) — возбуждение сердца происходит от стимуляции желудочков, не синхронизированной с предсердным ритмом. Такой ритм можно наблюдать у пациентов с электрокардиостимуляторами в режимах VVI(R) и DDI(R).
- Ритм предсердной стимуляции (предсердная стимуляция) — собственное возбуждение желудочков происходит в ответ на стимуляцию предсердий. Данный ритм может регистрироваться у пациентов с электрокардиостимуляторами в режимах AAI(R) и DDD(R).
- Ритм двухкамерной стимуляции (двухкамерная стимуляция) — последовательно стимулируются предсердия и желудочки. Такой ритм можно наблюдать только у пациентов со стимуляторами в режиме DDD(R).
- И последний ритм, р-синхронизированная стимуляция желудочков — стимулируются желудочки в ответ на собственные предсердные события. Такой вариант также можно наблюдать лишь при работе стимулятора в режиме DDD(R).

После определения основных параметров функционирования ЭКС необходимо выявить все "отклонения" от стандартного тайминга (тайминг в данном случае — порядок нанесения стимулов в зависимости от режима работы ЭКС и запрограммированного интервала стимуляции). К отклонениям от стандартного тайминга необходимо относить все эпизоды отсутствия захвата (отсутствие возбуждения миокарда в ответ на нанесение стимула), наличие стимулов там, где их быть не должно, отсутствие стимулов там, где они должны быть, и появление дополнительных стимулов.

Все "отклонения" в работе ЭКС могут быть обусловлены двумя большими группами причин (рис. 2). Первая группа — нарушения в работе ЭКС. Вторая группа — функционирование дополнительных алгоритмов.

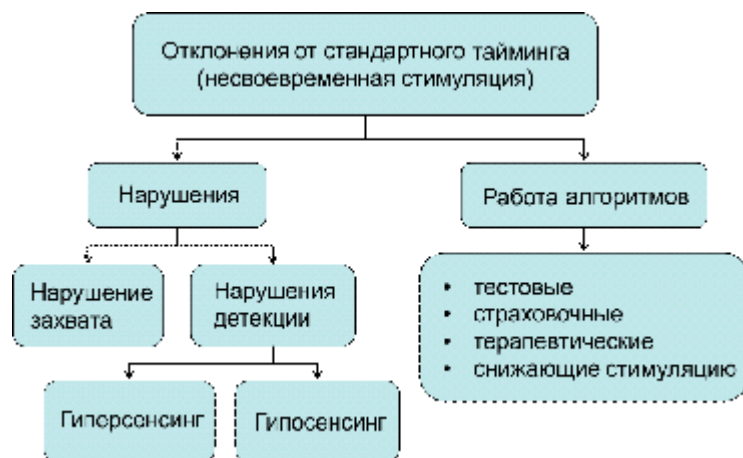


Рис. 2. Интерпретация отклонений от тайминга. Причины

Нарушения в работе электрокардиостимуляторов

Все встречаемые нарушения в работе электрокардиостимулятора делятся на четыре вида: нарушение захвата (отсутствие захвата), гиперсенсинг (гиперчувствительность, гипердетекция), гипосенсинг (гипочувствительность, гиподетекция), а также их сочетания. В свою очередь каждый вид нарушений в работе электрокардиостимулятора можно разделить по месту возникновения: нарушение по предсердному электроду, желудочковому электроду и обоим электродам.

- **Нарушение захвата** — отсутствие возбуждения миокарда в ответ на насаждение стимула. В отличие от "истинного" нарушения захвата можно встретить ситуацию, когда отсутствие возбуждения миокарда происходит из-за попадания стимула в миокард находящийся в состоянии рефрактерности, в таком случае принято говорить о "нереализованном" стимуле.
- **Гиперсенсинг.** Характеризуется чрезмерно высокой чувствительностью или детекцией сторонних электрических сигналов. Частным случаем гиперсенсинга является миопотенциальное ингибирование. О наличии гиперсенсинга свидетельствуют паузы с интервалом, длиннее базового и/или ночного интервала стимуляции, регистрируемые при холтеровском мониторинге.
- **Гипосенсинг.** Характеризуется недостаточно высокой чувствительностью или полным отсутствием способности воспринимать электрическую активность сердца, что приводит к появлению "преждевременных" стимулируемых событий при холтеровском мониторинге.

К сожалению, достаточно часто встречаются различные сочетания вышеописанных нарушений в работе электрокардиостимулятора.

Дополнительные алгоритмы электрокардиостимуляторов

В настоящее время не существует общепринятой классификации дополнительных алгоритмов электрокардиостимуляторов. На наш взгляд, по функциональному назначению все алгоритмы можно разделить на четыре группы: алгоритмы снижающие стимуляцию, тестовые, страховочные и терапевтические алгоритмы.

Алгоритмы, снижающие стимуляцию

- Гистерезис — небольшой фиксированный интервал, добавляющийся к базовому интервалу стимуляции при регистрации стимулятором собственной активности в сердце. Свидетельством работы алгоритма гистерезиса является удлинения интервала стимуляции на фиксированную величину между последним собственным событием и следующим за ним стимулированным. Работа алгоритма гистерезиса возможна как по предсердному, так и по желудочковому электроду.
- Алгоритмы поиска собственного АВ-проведения — периодическое удлинение АВ-задержки с целью определения наличия собственного АВ-проведения. При холтеровском мониторинге регистрируется периодическое удлинение стимулированной АВ-задержки.
- Переключение режима стимуляции — при наличии собственного АВ-проведения стимулятор работает в режиме AAI(R), при появлении АВ-блокады с выпадением желудочкового комплекса стимулятор переключается в режим стимуляции DDD(R).

Тестовые алгоритмы

Тестовые алгоритмы — это алгоритмы определения порога захвата как по предсердному, так и по желудочковому электроду. При холтеровском мониторинге регистрируются эпизоды появления дополнительного "страховочного" стимула, следующего за тестовым. При определении порога стимуляции по предсердиям страховочный предсердный стимул наносится на расстоянии от 30 до 70 мс после нанесения тестового импульса. При определении порога стимуляции по желудочкам страховочный желудочковый стимул обычно наносится на расстоянии от 60 до 110 мс после нанесения предсердного.

Страховочные алгоритмы

Страховочные алгоритмы — это алгоритмы, направленные на гарантированную стимуляцию желудочков при наличии признаков возможных нарушений в работе электрокардиостимулятора. При детекции "подозрительно" раннего желудочкового события, следующего за нанесением стимула на желудочек, стимулятор наносит страховочный импульс на расстоянии 110 мс от предсердного. При холтеровском мониторинге регистрируется укорочение стимулированной АВ-задержки до 110 мс.

Терапевтические алгоритмы

Данные алгоритмы можно разделить на три группы.

- "Переключение режима стимулятора" (mode switch) — алгоритм, направленный на уменьшение частоты сокращений желудочков при возникновении пароксизмов фибрилляции-трепетания предсердий у пациентов с электрокардиостимуляторами в режиме DDD(R). При возникновении пароксизма фибрилляции-трепетания предсердий стимулятор в режиме DDD(R) проводит волны F на желудочки с большой частотой (примерно равной верхней частоте проведения на желудочки). Чтобы избежать этого

нежелательного явления, современные электрокардиостимуляторы при детекции очень частых предсердных событий (волн фибрилляции-трепетания предсердий) переключаются из режима DDD(R) в режим DDI(R), в котором отсутствует проведение предсердных событий на желудочки. На поверхностной ЭКГ это выглядит, как работа стимулятора в режиме VVI(R) на фоне фибрилляции-трепетания предсердий.

- Алгоритмы, направленные на предупреждения развития тахикардий — алгоритмы, использующиеся для предупреждения возникновения предсердных тахикардий. В основе работы всех разновидностей алгоритмов данной группы лежит необходимость подавления собственных предсердных событий, что достигается применением различных вариантов стимуляции с частотой, несколько выше частоты собственного ритма предсердий, так называемая overdrive-стимуляция.

- Алгоритмы, направленные на купирование возникших тахикардий — сверхчастая стимуляция различными по характеристикам пачками импульсов для прекращения возникшей предсердной тахикардии.

Классификация изменений ЭКГ у пациентов с имплантированными стимуляторами

В процессе анализа данных холтеровского мониторинга у больных с вживленным электрокардиостимулятором (ЭКС) (а также кардиовертером-дефибриллятором или устройством для ресинхронизирующей терапии) выявляется множество изменений на ЭКГ. Это могут быть нарушения ритма пациента (которые были у него и до имплантации стимулятора), аритмии, спровоцированные работой ЭКС, а также изменения, связанные с разнообразными алгоритмами стимулятора. Встречаются и нарушения в работе ЭКС. Оценка клинического значения этих событий невозможна без их классификации, общепризнанной версии которой в настоящее время нет. В данной работе сделана попытка классифицировать эти события, учитывая как их клиническую важность, так и электрофизиологическую основу.

Все выявляемые события можно условно разделить на нарушения работы стимулятора, аритмии стимулятора, нормальную работу стимулятора, но приводящую к неприятным ощущениям больного, и нормальную работу, но неадекватную состоянию пациента. Очевидно, что все эти события могут иметь клиническое значение и требовать перепрограммирования стимулятора, поэтому они обязательно должны описываться в заключении по холтеровскому мониторингу. Кроме того, на холтеровском мониторе можно видеть взаимодействие стимулятора с обычными аритмиями и работу различных алгоритмов стимулятора. Если эти события адекватны состоянию пациента и не приводят к неприятным ощущениям, то можно не описывать их в заключении.

Начнем с нарушений работы стимулятора. Импульс стимулятора должен возбуждать соответствующую камеру сердца, т. е. быть эффективным. Если же импульсы не вызывают возбуждения (либо "захвата" желудочков или предсердий), то возникает нарушение захвата ("отсутствие захвата") или неэффективная стимуляция. Важно разделять "истинное" отсутствие захвата и такие события, которые вызваны попадением импульса на уже возбужденный миокард, находящийся в состоянии рефрактерности. Последние не называются "отсутствием захвата", т. к. его и быть не может. Если стимул попадает на QRS-комплекс, то такие события принято называть "псевдосливыми QRS-комплексами", а если на ST-T — то многие авторы используют термин "нереализованные стимулы". Если же стимул не попадает на рефрактерный период, но тем не менее не вызывает ответа, то это серьезное нарушение работы стимулятора, которое требует обязательного обсуждения со специалистом по перепрограммированию.

Еще одной функцией всех современных стимуляторов является стимуляция по требованию (или "on demand"), суть которой заключается в том, что стимулятор "отодвигает" стимул при обнаружении спонтанной электрической активности сердца. Для реализации этой функции современные стимуляторы детектируют собственное возбуждение миокарда, обладая чувствительностью к потенциалам некоторой величины. Если эта чувствительность мала для детекции возбуждения, то возникает нарушение "гипосенсинг" — стимулятор, не чувствуя собственные сокращения, наносит стимул слишком рано.

Следует отметить, что не всякое нанесение стимула на уже возбужденный миокард связано с гипосенсингом. Стимулятор "видит" активность миокарда только в месте установки электрода, поэтому нужно некоторое время, чтобы возбуждение "добралось" до этого места. Обычно предсердный электрод не чувствует собственное возбуждение в предсердиях в течение первых 40—60 мс Р-зубца в желудочках — первые 30—50 мс QRS-комплекса. Однако при полной блокаде правой ножки пучка Гиса возбуждение может "добираться" до места установки электрода в правом желудочке до 100—120 мс.

Говоря о гипосенсинге, нельзя не упомянуть об его особом виде, формально относимом к нарушению работы, но близком к нормальной работе стимулятора. В режиме DDD возможна ситуация, когда сокращение желудочков совпадает с предсердным стимулом, во время которого стимулятор не анализирует активность желудочков. Не детектировав АВ-сокращение желудочков, стимулятор закономерно наносит ненужный стимул на желудочки.

Если же чувствительность стимулятора слишком велика, то возможна ложная детекция событий, которые стимулятор не должен воспринимать — нарушение "гиперсенсинг по соответствующему электроду", когда нанесение очередного стимула неоправданно откладывается. Некоторые часто распространенные варианты гиперсенсинга имеют общепризнанные названия — "миопотенциальная ингибция", когда воспринимаются мышечные шумы, или "перекрестный сенсинг", когда воспринимается активность другой камеры сердца, например, предсердным электродом — желудочков или наоборот. Если нет уверенности в причине гиперсенсинга, то достаточно констатировать только его факт — наличие нарушения "гиперсенсинг по соответствующему электроду".

Таким образом, нарушения работы стимуляции могут быть трех видов, причем их принято подразделять по электроду (или камере сердца) — на нарушения по предсердному или желудочковому электроду. Могут быть нарушения и по обоим электродам. Дополнительную "пестроту" картины могут создавать и сочетания разных нарушений, например, при обрыве стимулирующего электрода часто бывает сочетание "отсутствия захвата" и гипосенсинга.

Таким образом, выделяют следующие нарушения работы стимулятора:

- отсутствие "захвата" по предсердному/желудочковому электроду;
- гипосенсинг по предсердному/желудочковому электроду;
- гиперсенсинг по предсердному/желудочковому электроду:
 - миопотенциальная ингибция;
 - перекрестный сенсинг.

Стимулятор может приводить к появлению аритмий, которые без него бы не появились. Такие аритмии, в генезе которых участвует стимулятор, принято называть аритмиями стимулятора. К ним относится аритмия с круговым движением импульса через

атриовентрикулярное соединение и электроды стимулятора. Очевидно, что такая аритмия может возникнуть только в DDD-режиме работы стимулятора, когда стимулятор чувствует предсердную активность и передает ее на желудочки. Подобная аритмия с одним или двумя аритмическими комплексами называется эхо-ответами, а с большим числом QRS-комплексов — тахикардией стимулятора. В последнее время тахикардия стимулятора встречается нередко в связи с частой установкой длительной атриовентрикулярной задержки.

Таким образом, аритмии стимулятора — это:

- эхо-ответы;
- тахикардия стимулятора.

К сожалению, неприятные ощущения больного могут возникать и при нормальной работе стимулятора, причем даже чаще, чем при появлении нарушений работы или аритмий стимулятора. К ним могут приводить паузы, возникающие при работе алгоритмов стимуляции, тахикардия, появляющаяся при работе некоторых алгоритмов или при неправильной настройке сенсора частотной адаптации. Даже просто желудочковая стимуляция с нормальной частотой и без пауз может проявляться неприятными ощущениями при наличии вентрикулоатриального проведения ("пульсация яремных вен"). Очевидно, что события, приводящие к неприятным ощущениям больного, должны описываться в заключении по мониторингованию и анализироваться с целью их устранения.

Довольно часто встречаются ощущения "замирания" при достижении максимальной частоты проведения предсердной активности на желудочки в DDD-режиме при Р-синхронизированной стимуляции желудочков. Если при этом возникают выпадения очередного комплекса за счет атриовентрикулярной блокады 2:1, то нередко такие "паузы" на высоте физической нагрузки пугают больных.

Реже можно встретить ощущения "замирания" при возникновении атриовентрикулярной блокады 2:1 при работе алгоритмов управляемой стимуляции желудочков, т. к. паузы при этом возникают единичные и в покое.

Ощущения "сердцебиения", сопровождающие тахикардию, можно встретить при работе алгоритмов учащающей стимуляции. Иногда эти ощущения столь беспокоят пациента, что приходится отключать данные алгоритмы. Еще одна причина "сердцебиений" — неадекватная настройка параметров частотной адаптации, когда в ответ на нагрузку ЧСС возрастает слишком резко. Оптимизация параметров стимулятора нормализует ощущения больного.

Таким образом, события нормальной работы стимулятора, но приводящей к неприятным ощущениям — это:

- вентрикулоатриальное проведение;
- появление АВ-блокады 2-й степени при Р-синхронизированной стимуляции желудочков;
- появление АВ-блокады 2-й степени при работе алгоритмов управляемой желудочковой стимуляции;

- сердцебиения из-за резкой тахикардии при гиперреакции сенсора частотной адаптации.

Нормальная работа стимулятора, не приводящая к неприятным ощущениям, тем не менее, может быть неадекватна состоянию больного. Больному может не подходить установленный режим работы стимулятора. Классическим примером таких событий является предсердная стимуляция в режиме AAI при развитии атриовентрикулярной блокады. Очевидно, что в этом случае предсердная стимуляция не способна оградить пациента от брадикардии и асистолии, и требуется переустановка двухкамерного стимулятора.

Еще один пример — стимуляция в режиме DDD при наличии постоянной фибрилляции предсердий, когда периодическое проведение волн F на желудочки приводит к преждевременным сокращениям сердца. В этом случае стимулятор должен быть переключен в VVI-режим. Не столь очевидно такое нарушение при транзиторной фибрилляции, однако если установленный стимулятор позволяет, то нужно включить функцию "переключения режима", при работе которой стимулятор будет переходить в режим DDI (VVI) во время пароксизмов.

Еще один вариант неадекватного режима — режим желудочковой стимуляции (VVI) при сохраненном синусовом ритме. В этом случае двухкамерная стимуляция с последовательным сокращением предсердий и желудочков и естественным увеличением ЧСС в ответ на нагрузку будет более физиологичной.

Установленная атриовентрикулярная задержка также может быть неоптимальной. Известно, что значительное число QRS-комплексов (40% и более всех комплексов) желудочковой стимуляции приводит к более быстрому развитию сердечной недостаточности и ухудшает прогноз. Однако если у больного есть полная атриовентрикулярная блокада, то другого варианта нет. А в случаях, когда сохраняется атриовентрикулярное проведение, нужно стремиться к минимизации желудочковой стимуляции. В современных стимуляторах имеются соответствующие алгоритмы, которые должны быть включены у этих пациентов.

Если же установлен стимулятор без таких функций, то можно попробовать снизить число комплексов желудочковой стимуляции путем установления длительной атриовентрикулярной задержки.

Показателем сохраненного собственного проведения являются сливные комплексы, и при их наличии следует обсудить возможность минимизации желудочковой стимуляции.

Если же, несмотря на длительную атриовентрикулярную задержку, проведения через атриовентрикулярное соединение нет, то, возможно, ее большая величина нецелесообразна. На фоне длительной атриовентрикулярной задержки ухудшается синхронизация работы предсердий и желудочков, создаются условия для возникновения тахикардии стимулятора.

Еще один вид неоптимального с точки зрения состояния больного программирования стимулятора — это излишняя тахикардия или брадикардия. При работе некоторых алгоритмов, например, учащающей стимуляции предсердий, возможно развитие постоянной выраженной тахикардии, каковая может сама по себе приводить к быстрому

развитию сердечной недостаточности. Поэтому следует взвесить вред такой тахикардии и пользу от работы алгоритмов и, возможно, отключить их.

После установки стимулятора может сохраняться хронотропная недостаточность, даже если поставлен частотоадаптивный стимулятор. Возможно, что стандартные параметры этой частотной адаптации не подходят пациенту и для устранения хронотропной недостаточности их необходимо индивидуально подобрать.

Таким образом, события нормальной работы стимулятора, но неадекватной состоянию больного таковы:

- неадекватный состоянию больного режим работы стимулятора:
- неадекватная АВ-задержка:
- нарушения ЧСС:

Наличие стимулятора, к сожалению, не исключает появления у пациента нарушений ритма, с которыми взаимодействует стимулятор. Это взаимодействие может быть обычным и эффективным, когда работа стимулятора устраняет аритмию. К обычной работе относится Р-синхронизированная стимуляция желудочков при предсердных аритмиях (экстрасистолах и пароксизмах тахикардии)..

Вариантом обычного взаимодействия стимулятора с аритмиями является появление атриовентрикулярной блокады при пароксизмальных предсердных тахикардиях, когда частота Р-зубцов становится больше максимальной частоты, которую стимулятор должен "проводить" на желудочки.

"Эффективное" взаимодействие стимулятора и аритмий происходит при купировании пароксизмов тахикардии учащающей стимуляцией или при прекращении желудочковой тахикардии или эпизода фибрилляции желудочков разрядом дефибриллятора при наличии вживленного кардиовертера-дефибриллятора. Не стоит забывать и тот факт, что купирование пауз, возникающих из-за атриовентрикулярной блокады или ареста синусового узла, обычной стимуляцией тоже является примером "эффективного" взаимодействия стимулятора и аритмий.

Таким образом, взаимодействие стимулятора с аритмиями таково:

- "обычное":
- "эффективное":

Следующая группа событий, которые можно наблюдать при холтеровском мониторинговании, связана с проявлениями различных алгоритмов стимулятора. В современных стимуляторах известны десятки алгоритмов, направленных на минимизацию желудочковой стимуляции, на переключение режима стимуляции, на страховку от появления пауз, на выбор амплитуды стимула и т. д.

Примечательно, что в стимуляторах разных фирм-производителей сходные алгоритмы могут называться, работать и проявляться на ЭКГ по-разному. Кроме того, ежегодно появляются новые алгоритмы. Поэтому, едва ли возможно знать все известные в мире алгоритмы стимуляторов во всех тонкостях. Однако основные алгоритмы, имеющиеся в

большинстве современных стимуляторов, следует знать, чтобы отличать их от нарушений работы стимулятора.

К основным алгоритмам многие авторы относят:

- алгоритмы:
 - тестовые алгоритмы (автоматическое регулирование основных параметров стимуляции — амплитуды стимулирующего импульса, чувствительности);
 - страховочные алгоритмы;
 - алгоритмы, снижающие стимуляцию:
 - гистерезис;
 - приоритет спонтанного желудочкового сокращения;
 - управляемая желудочковая стимуляция;
 - терапевтические (антитахикардитические) алгоритмы:
 - переключение в режим DDI при фибрилляции предсердий;
 - предупреждение предсердных аритмий учащающейся стимуляцией;
 - купирование приступа тахикардии сверхчастой стимуляцией.

Описание этих алгоритмов приведено ранее. Это далеко не полный перечень алгоритмов стимулирующих устройств. В практике могут встретиться и другие алгоритмы (неупомянутые в данном разделе). Нередко, даже не зная о наличии какого-либо алгоритма и его названия, можно предположить, что ЭКГ-картина обусловлена именно работой алгоритма. Врачу может помочь некая искусственность и периодическое появление феномена. Например, возникновение парных стимулов в каждом четвертом QRS-комплексе исключает подозрения на нарушения работы стимулятора.

При ресинхронизирующей терапии (в CRT-устройствах) добавляются алгоритмы, направленные на лучшую синхронизацию сокращения желудочков.

Если вы уверены, что выявленный феномен действительно обусловлен работой алгоритма, и он не беспокоит пациента и не приводит к ухудшению его состояния, то можно эту ЭКГ-картину не описывать в заключении по холтеровскому мониторингованию. Если же есть сомнения, то выявленный феномен нужно обязательно представить в заключении, причем максимально подробно с параметрами и фрагментами ЭКГ.

В заключении хотелось бы отметить, что современные стимуляторы становятся все более совершенными — они могут сами настраивать свою чувствительность и амплитуду стимулирующего импульса, поэтому классические нарушения работы стимулятора будут встречаться все реже. Однако, оценка оптимальности всех остальных параметров стимуляции (включая активированные алгоритмы) состоянию конкретного пациента будет актуальна всегда. В индивидуальном подборе параметров значительную помощь может оказать холтеровское мониторингование.

Формирование заключения по холтеровской записи у больных с имплантированным стимулятором

Традиционное построение заключения по холтеровской записи, содержащее разделы "паспортных данных", "суточной динамики ЧСС", "описания ритма сердца и его нарушений", "оценки ишемических изменений ЭКГ" и дополнительных видов анализа

(QT, PQ, variability ритма и др.) пригодно и для пациентов с установленным стимулятором. Однако содержание этих разделов претерпевает значительные изменения.

В "паспортные данные" наряду с ФИО, возрастом, принимаемой терапией, наблюдаемыми отведениями ЭКГ, типом применяемого регистратора и его параметрами, добавляется информация об установленном стимуляторе. Обязательно описывается не только наличие стимулятора, но и режим его функционирования, базовая частота стимуляции, наличие частотной адаптации. При возможности отмечается наличие "ночной" частоты стимуляции, атриовентрикулярная (а/в) задержка. Далее приведен пример такого описания:

"Установлен двухкамерный стимулятор, функционирующий в режиме DDDR с базовой частотой 60 ударов в минуту (ночная частота 50 ударов в минуту). АВ-задержка — 150 мс".

Суточная динамика ЧСС во многом определяется функционированием стимулятора, который не позволяет ей упасть ниже базового уровня или превысить установленный предел. Поэтому, традиционные комментарии динамики ЧСС относительно половозрастной нормы и адекватности ночного снижения ЧСС у этих больных не формируются. Взамен предлагается оценить адекватность прироста ЧСС в ответ на нагрузку и описать, чем обеспечивается этот прирост. Если у пациента сохраняется хронотропная недостаточность (максимальная ЧСС менее 120 или 70% от максимально возможной для данного возраста), то прирост ЧСС оценивается как недостаточный. При наличии частотоадаптивной функции стимулятора дополнительно описываются максимальные значения увеличения частоты стимулятора и приводится пример ЭКГ с максимальной частотой стимулятора. Пример такого описания:

"Прирост ЧСС на нагрузку адекватен для данного возраста (до 115 ударов в минуту) и обеспечивается синусовым ритмом. Увеличение частоты стимуляции при нагрузках до 100 ударов в минуту за счет частотоадаптивного режима стимулятора".

У пациентов со стимулятором очень часто наблюдаются смены ритма — с собственного ритма (например, синусового) на ритм стимулятора и обратно. Разделив периоды этих ритмов, в заключении целесообразно отдельно их описать. Обязательно даются названия выявленных ритмов, число комплексов в них (абсолютное число и в процентах от всех), максимальная и минимальная частота. Дополнительно может описываться длительность периодов разных ритмов (в часах и минутах и в процентах от длительности наблюдения). Если обнаруживается связь появления того или иного ритма с периодами жизнедеятельности (сон, нагрузка и т. д.), то это также описывается. Приводятся примеры ритмов на ЭКГ, особенно если они не проиллюстрированы примерами аритмий. Вариант описания:

"Синусовый ритм с Р-синхронизированной стимуляцией желудочков в течение 12 часов (50% времени наблюдения), число QRS-комплексов 64 800 (62% всех), с частотой от 70 до 105 ударов в минуту, возникающий преимущественно при нагрузке.

Двухкамерная стимуляция в течение 12 часов (50% времени наблюдения), число QRS-комплексов 39 700 (38% всех), с частотой 70 ударов в минуту, возникающая в покое в покое."

В разделе оценки аритмий необходимо отдельно выделить наличие/отсутствие нарушений в работе стимулятора, т. к. эта информация часто имеет ведущее значение для

решения вопроса о перепрограммировании стимулятора. При возможности, подсчитывается число нарушений, оцениваются периоды, когда они появляются. Также в комментариях описываются события, ощущаемые больным, и события, которые могут иметь клиническое значение, например несоответствие параметров стимуляции состоянию больного. Остальные аритмии описываются по стандартной схеме — перечисляются их названия, число и характеристики, приводятся примеры ЭКГ. Вариант комментариев к разделу аритмий у больных со стимулятором:

"Выявлены нарушения в работе стимулятора в виде гиперсенсинга по желудочковому электроду (миопотенциальной ингибиции) с формированием пауз до 3,5 с (см. пример ЭКГ), возникающие при нагрузках.

Неприятные ощущения при работе стимулятора отсутствуют.

Зачительное число сливных комплексов с небольшой атриовентрикулярной задержкой (150 мс) при наличии 99% желудочковой стимуляции делает необходимым обсуждение вопроса о минимизации желудочковой стимуляции (увеличение задержки, включение соответствующих алгоритмов).

В ночное время обнаруживается работа алгоритма подбора амплитуды стимулов со страховочной стимуляцией (см. пример ЭКГ).

Выявлены желудочковые аритмии 2-й градации по Риану. Число наджелудочковых аритмий в пределах нормальных значений."

В разделе ST–T оценка ишемических изменений ЭКГ возможна только при предсердной стимуляции — при наличии комплексов желудочковой стимуляции изменения ST–T могут быть вторичными и не свидетельствуют об ишемии миокарда. В заключении при этом появляется фраза:

"Ишемические изменения ST–T не оценивались на фоне частой стимуляции желудочков."

Также необходимо помнить, что оценка QT-интервала возможна без проблем только при предсердной стимуляции, а при желудочковой — QT-интервал закономерно возрастает на величину увеличения ширины QRS-комплекса.

Оценка вариабельности ритма сердца при работе стимулятора возможна в случаях синусового ритма, как с собственными QRS-комплексами, так и с Р-синхронизированной стимуляцией желудочков.