

## КАК РАЗЛИЧНЫЕ АЛГОРИТМЫ СТИМУЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ ПРЕДОТВРАЩАЮТ ПРЕДСЕРДНЫЕ АРИТМИИ?

*Многопрофильная больница Истбурна, Великобритания*

*На примере одного из новых поколений электрокардиостимуляторов рассматриваются алгоритмы стимуляции предсердий, направленные на предупреждение развития предсердных тахикардий, действие которых связано с устранением брадикардии и реакции на появление предсердной экстрасистолы.*

**Ключевые слова:** фибрилляция предсердий, электрокардиостимулятор, программа превентивной стимуляции

*On the example of a new generation of cardiac pacemakers, the atrial pacing algorithms preventing atrial tachyarrhythmias working by elimination of bradycardia and response to atrial premature beats are reviewed.*

**Key words:** atrial fibrillation, cardiac pacemaker, algorithm of preventive pacing

Развитие компьютерных технологий позволило производителям электрокардиостимуляторов включить в состав современных устройств новейшее программное обеспечение. Увеличение объема памяти данных устройств позволяет проводить постоянное мониторирование на уровне предсердий и желудочков для выявления событий, связанных с высокой или низкой частотой, а также точно оценивать тяжесть аритмий.

Современное поколение двухкамерных кардиостимуляторов обладает специфическим программным обеспечением, предназначенным для предупреждения приступов предсердных тахикардий. Существует несколько электрофизиологических механизмов, которые могут инициировать и поддерживать фибрилляцию предсердий (ФП), а, следовательно, существуют и многочисленные различные пути, посредством которых электрокардиостимуляция (ЭКС) может предотвратить повторное возникновение ФП [1].

Исследование данных, сохраненных в памяти стимуляторов, показало, что большинство пароксизмов ФП запускаются предсердными экстрасистолами (ПЭ), брадикардией или являются следствием раннего (непосредственно после окончания предыдущего пароксизма) рецидива ФП [2-4]. Эти данные предоставляют ценную информацию для оптимизации профилактических алгоритмов предсердной стимуляции (рис. 1-4). Контроль предсердного ритма может предотвратить развитие аритмогенных последствий брадикардии, а подавление ПЭ путем *overdrive* стимуляции может предотвратить возникновение аритмии.

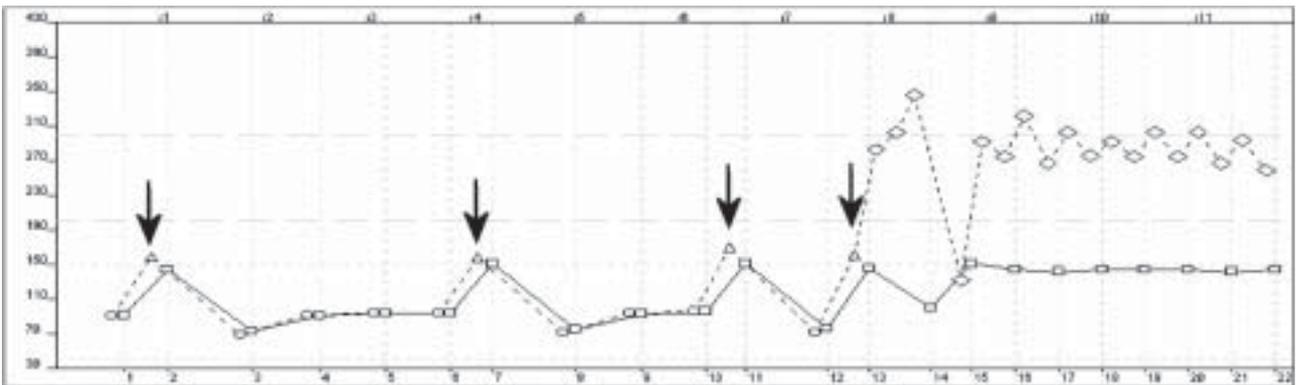
Подавление компенсаторных пауз и циклов «короткий-длинный-короткий» может уменьшить количество приступов аритмии, а стимуляция нескольких точек предсердий или пучка Бахмана может скорректировать асинхронность предсердий и уменьшить аномальную активацию, обусловленную блоком проведения. Таким образом, алгоритмы профилактики предсердных тахикардий первоначально были разработаны для увеличения частоты базовой предсердной стимуляции и *overdrive* стимуляции предсердий, подавления ПЭ и предотвращения появления пауз.

### ПРЕВЕНТИВНЫЕ КАРДИОСТИМУЛЯТОРЫ

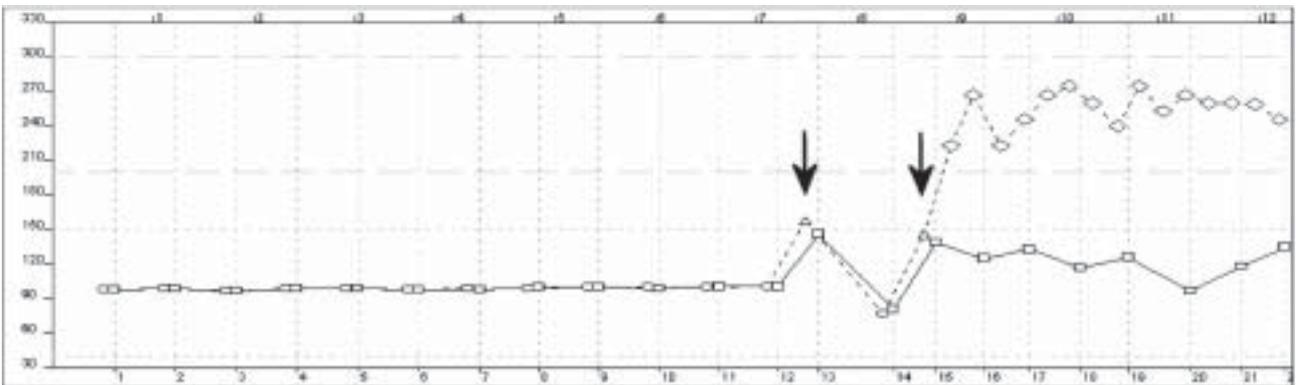
В настоящее время несколько компаний производят устройства, специально предназначенные для пациентов с рецидивирующей пароксизмальной ФП. Программы превентивной ЭКС очень похожи друг на друга, а устройства различаются по наличию дополнительных функций, таких как возможность сохранения электрограмм предсердий и желудочков, автоматическая анти-тахикардическая предсердная кардиостимуляция. Эти программы зависят от распознавания предсердных аритмий стимулятором и работают либо путем реакции на триггер, либо путем постоянной подавляющей (*overdrive*) стимуляции.

Кардиостимулятор Vitatron Selection (Дирен, Нидерланды) является одним из таких устройств, и, поскольку он имел наилучшие превентивные программы (алгоритмы) на момент написания статьи, мы решили подробнее остановиться на этом конкретном устройстве. Данный кардиостимулятор является двухкамерным с возможностью обновления программного обеспечения и способностью предоставлять информацию об эпизодах аритмий из сохраненного детального отчета о приступах аритмий. Однако, функция регистрации внутрисердечной электрограммы в этом кардиостимуляторе недоступна.

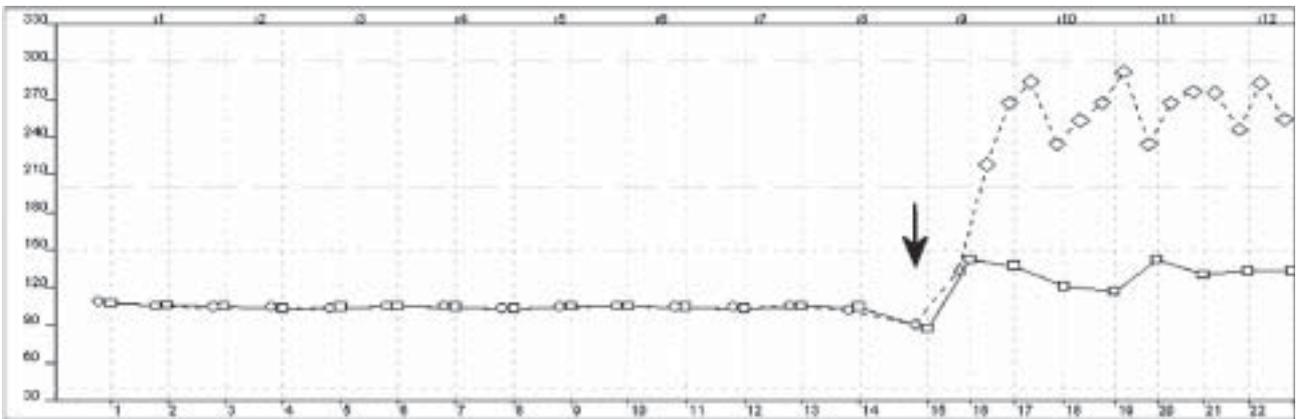
В клинической практике в настоящее время применимы 6 профилактических программ: «кондиционирование» ритма, подавление ПЭ, постэкстрасистолический ответ, постнагрузочный ответ, ответ после ФП и «успокоение» ритма. Кардиостимулятор Selection определяет, является ли предсердное событие (возбуждение предсердий) физиологическим или патологическим на основании физиологического диапазона (рис. 5). Этот диапазон формирует зону вокруг физиологических значений частоты и обусловлен нормальными вариациями синусового ритма. Верхняя граница физиологического диапазона равна физиологической частоте плюс 15 уд/мин при минимальном значении 100 уд/мин. Воспринятые предсердные события, попадающие в физиологический диапазон, интерпретируются как физиологические, в то время как за пределами этого диапазона



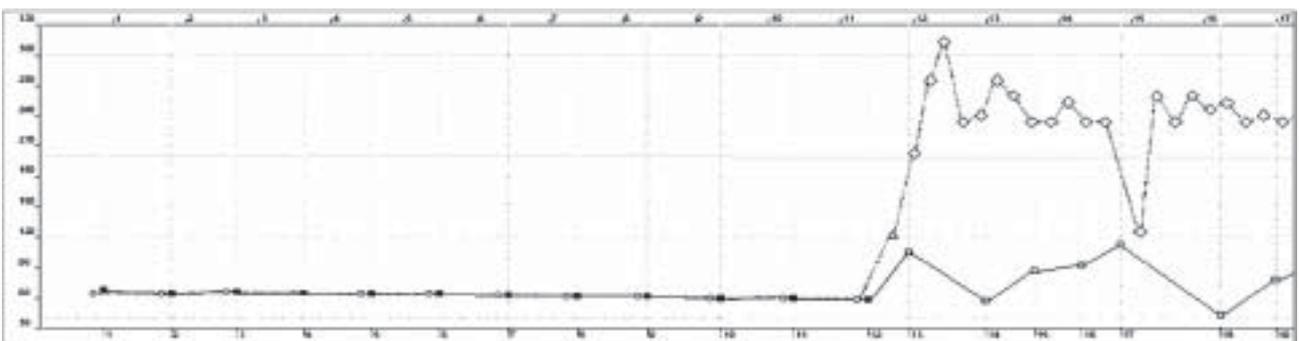
**Рис. 1.** Частая предсердная экстрасистолия. График частоты возбуждения для предсердного и желудочкового каналов. По оси абсцисс сверху указано время в секундах, внизу - нумерация сокращений желудочков. По оси ординат указаны частоты возбуждения предсердий и желудочков (уд/мин). Три предсердные экстрасистолы (указаны стрелками) наблюдаются перед четвертой, которая запускает эпизод предсердной тахикардии. Здесь и далее  $\circ$  и  $\square$  - восприятие сокращений предсердий и желудочков,  $\triangle$  - предсердная экстрасистола,  $\diamond$  - восприятие предсердной тахикардии.



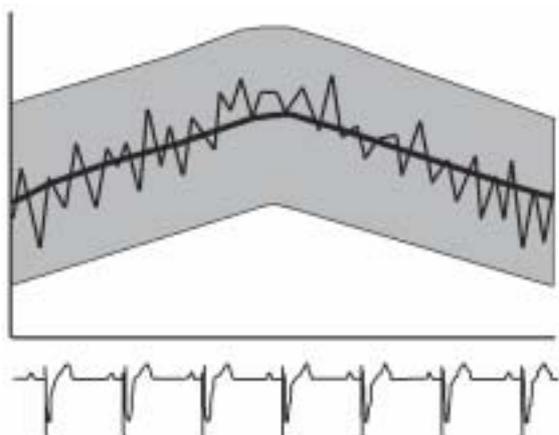
**Рис. 2.** Коротко-длинно-короткая последовательность. За предсердной экстрасистолой (указана стрелкой) следует пауза и следующая экстрасистола запускает предсердную аритмию.



**Рис. 3.** Внезапное урежение ритма. За эпизодом синусового ритма следует внезапное замедление сердечного ритма (указано стрелкой) и возникновение предсердной аритмии.



**Рис. 4.** Внезапное начало. За эпизодом синусового ритма (сенсинг предсердий, стимуляция желудочков) следует внезапное начало предсердной аритмии.



**Рис. 5. Физиологический диапазон - зона на 15 уд/мин больше и меньше физиологической частоты сердечных сокращений.**

они оцениваются как патологические. Патологические предсердные события с частотой выше, чем физиологическая полоса, называются детекцией или восприятием предсердной тахикардии, первое из таких событий классифицируется как ПЭ.

#### «Кондиционирование» ритма

Алгоритм «кондиционирования» ритма приводит частоту ритма стимуляции предсердий к значениям, незначительно превышающим собственный ритм с тем, чтобы предсердие стимулировалось по меньшей мере в течение 95% времени. Этот алгоритм по своему функционированию близок к алгоритму динамического предсердного подавления (DAO - dynamic atrial overdrive) в стимуляторе St. Jude Medical (Sylmar, California, USA), предсердной предпочтительной стимуляции (atrial preference pacing) в стимуляторе Guidant (St. Paul, Minnesota, USA), алгоритма DDD+ в стимуляторе Biotronic (Berlin, Germany) и предсердной предпочтительной стимуляции в стимуляторе Medtronic (Minneapolis, USA). При детекции синусового сокращения программа увеличивает частоту стимуляции на 15 уд/мин по отношению к физиологическому синусовому ритму, для продления предсердной стимуляции (рис. 6). Предсердные экстрасистолы (за исключением очень поздних) не распознаются как физиологическое явление, однако эти события не приводят к возрастанию частоты стимуляции (рис. 7).

#### Подавление предсердных экстрасистол

Целью подавления ПЭ является уменьшение частоты возникновения ПЭ путем увеличения ЧСС при их обнаружении. Поскольку ПЭ обычно возникают группами, увеличенная ЧСС остается неизменной в течение некоторого периода времени после ПЭ. Когда детектируется спонтанное событие, классифицируемое как ПЭ, частота стимуляции увеличивается на 15 уд/мин по сравнению с физиологической ЧСС в течение 600 сокращений (рис. 8). Любая ПЭ, возникающая в стабильный период, не вызывает дополнительного увеличения ЧСС (рис. 9). По завершении стабильного периода, частота предсердной стимуляции снижается на 1 уд/мин каждые 16 сокращений. Программа «ProACT» компании Guidant функционирует сходным образом.

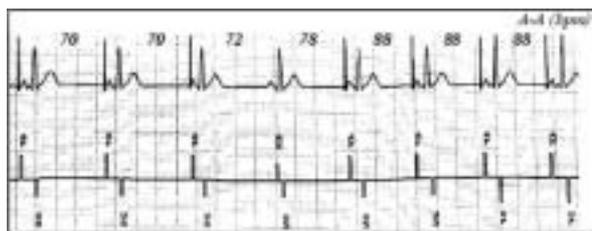
#### Постэкстрасистолический ответ

Программа «постэкстрасистолический ответ» предупреждает развитие пауз после ПЭ путем контроля час-

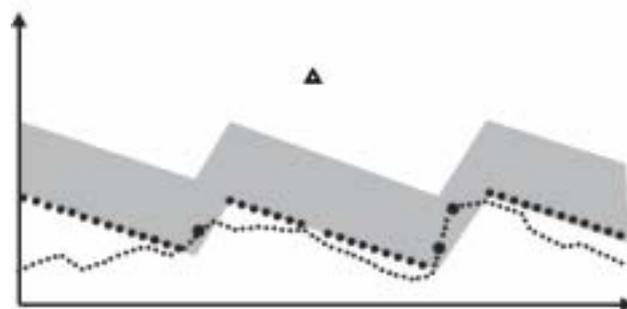
тоты сокращений предсердий в течение двух сокращений после ПЭ. Частота выскальзывающего ритма предсердий первого сокращения после ПЭ, равна средней величине между частотой, соответствующей предэтиопическому интервалу ПЭ, и физиологической ЧСС (рис. 10). Следующее сокращение стимулируется с физиологической частотой (рис. 11). Сходным образом функционирует алгоритм «стабилизации предсердного ритма» компании Medtronic.

#### Постнагрузочный ответ

Известно, что увеличение вагусного тонуса и возникающая вследствие этого брадикардия у спортсменов могут способствовать развитию ФП [5]. Алгоритм «постнагрузочного ответа» имеет своей целью предотвращение быстрого снижения ЧСС, которое может происходить после нагрузки, путем навязывания постнагрузочной частоты сокращений (рис. 12). Во время нагрузки постнагрузочная частота стимуляции медленно возрастает до 90% физиологической частоты со скоростью, зависящей от разницы между двумя частотами. Когда ЧСС резко замедляется после прекращения нагрузки, устройство осуществляет стимуляцию с постнагрузочной частотой (рис. 13).



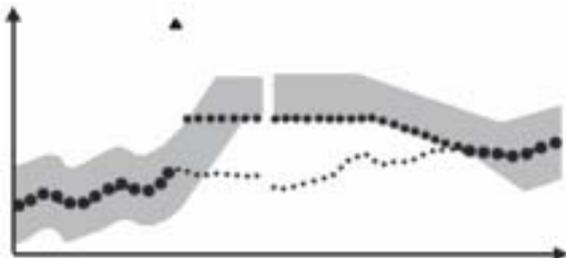
**Рис. 6. Кондиционирование ритма (1). Приведены поверхностная ЭКГ и канал маркеров. На фоне предсердной стимуляции с частотой 70 имп/мин детектируется собственное предсердное сокращение. Частота предсердной стимуляции увеличилась до 88 имп/мин.**



**Рис. 7. Кондиционирование ритма (2). Частота стимуляции возрастает после регистрации синусового сокращения (физиологическое предсердное событие). После предсердной экстрасистолы частота стимуляции не возрастает. После нескольких синусовых сокращений подряд, наблюдается лишь ограниченное увеличение частоты стимуляции. Частота предсердной стимуляции постепенно снижается после ее любого увеличения. Здесь и далее ● - стимуляция предсердий, ●●● - базовый предсердный ритм, ■ - физиологический диапазон, ○ - синусовое сокращение, ▲ - предсердная экстрасистола.**



**Рис. 8. Подавление предсердной экстрасистолии (1).** На фоне собственного предсердного ритма с частотой 75 уд/мин (AS-VP) предсердная экстрасистола воспринимается как патологическая предсердная тахикардия (TS) с частотой 124 уд/мин. Частота предсердной стимуляции увеличивается до 90 имп/мин на 600 сокращений.



**Рис. 9. Подавление предсердной экстрасистолии (2).** На фоне синусового ритма выявляется предсердная экстрасистола. Частота предсердного стимуляции нарастает на 15 имп/мин в течение 600 сокращений и затем постепенно снижается на 1 имп/мин каждые 16 сокращений.



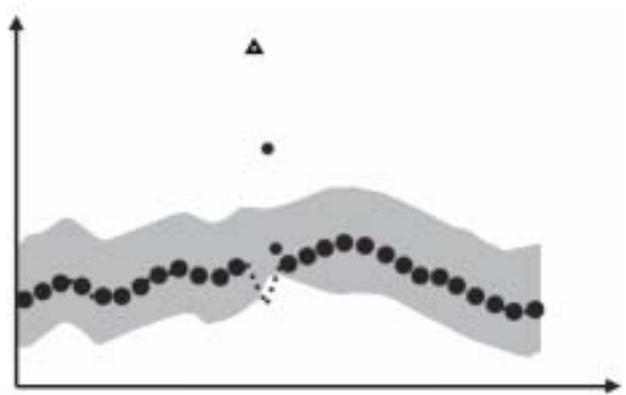
**Рис. 10. Постэкстрасистолический ответ.** На фоне собственного предсердного ритма с частотой 80 уд/мин предсердная экстрасистола воспринимается как предсердная тахикардия с частотой 140 уд/мин. Частота стимуляции предсердий возрастает до 110 имп/мин на одно сокращение и затем возвращается к физиологической норме в 80 имп/мин.

#### «Успокоение» ритма

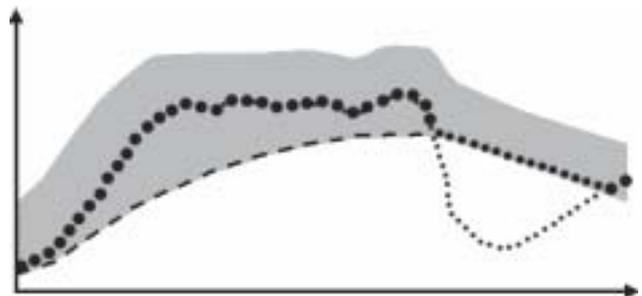
«Успокоение» ритма (rate soothing) имеет своей целью предотвращение предсердных тахиаритмий путем подавляющей стимуляции предсердий с частотой, лишь немного превышающей частоту синусового ритма. Этот алгоритм, следовательно, близок к алгоритму «кондиционирования» ритма, но без значительного увеличения ЧСС. По выявлении синусового сокращения, частота стимуляции возрастает на 3 уд/мин и медленно уменьшается, пока не будет получено следующее синусовое сокращение или нижний предел частоты стимуляции (рис. 14).

#### Ответ после фибрилляции предсердий

Показано, что большое число приступов предсердных тахиаритмий связаны с ранними рецидивами ФП и, следовательно, возникают вскоре после окончания пре-



**Рис. 11. Постэкстрасистолический ответ.** После предсердной экстрасистолы частота стимуляции предсердий увеличивается в одно сокращение и затем возвращается обратно до физиологических значений.



**Рис. 12. Постнагрузочный ответ (1).** После периода нагрузки базовая частота предсердного ритма быстро снижается. Включается стимуляция предсердий, ее частота постепенно снижается.



**Рис. 13. Постнагрузочный ответ (2).** После периода синусового ритма с частотой более 130 уд/мин, частота сердечных сокращений начинает быстро падать. Стимулятор включается на постнагрузочной частоте.

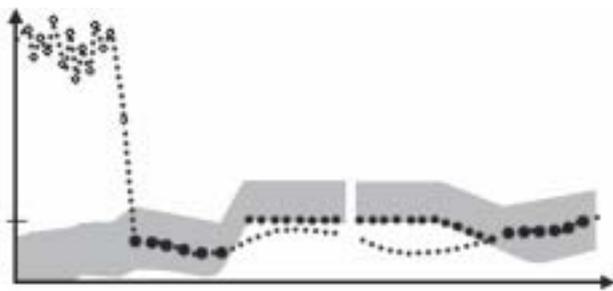
дыдущего эпизода (рис. 15) [2]. Алгоритм ответа после ФП пытается предотвратить указанные эпизоды путем стимуляции с высокой частотой непосредственно после окончания предыдущей аритмии. Как только стимулятор подтверждает, что приступ тахиаритмии завершился, частота стимуляции возрастает до запрограммированной частоты ответа между 70 и 100 уд/мин (рис. 16). Частота стимуляции остается неизменной в течение 600 сокращений и затем постепенно снижается до достижения синусового ритма или нижнего предела частоты стимуляции.

## КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

### Одиночные алгоритмы

В печати не освещена эффективность большинства описанных алгоритмов при их изолированном исполь-





**Рис. 16.** Ответ после фибрилляции предсердий. Через 6 сокращений после прекращения предсердной аритмии частота стимуляции возрастает до запрограммированного уровня и проводится на протяжении 600 сокращений, затем медленно снижается пока вновь не будет распознан синусовый ритм или не будет достигнут нижний предел частоты стимуляции.

Общая продолжительность эпизодов ФП и качество жизни пациентов также не изменились. Устройству необходимо наличие пяти последовательных синусовых комплексов для подтверждения восстановления синусового ритма что, при наличии ПЭ, может занять некоторое время. При использовании данного алгоритма, 29% из 439 эпизодов предсердной аритмии возобновились в момент его использования и 18% эпизодов развились до начала использования алгоритма. Для эффективности этого типа стимуляции может потребоваться более быстрое выявление синусового ритма и более высокая частота стимуляции.

Эффективность некоторых новых алгоритмов профилактической ЭКС в настоящее время изучается в многоцентровом исследовании PAFS (Pacemaker Atrial Fibrillation Suppression Study). Перекрестный дизайн исследования с 4 вариантами лечения оценивает успокоение ритма, стабилизацию желудочкового ритма и ответ после ФП в группе пациентов с имплантированным устройством Selection и пароксизмальной ФП. Конечные точки исследования включают тяжесть ФП, длительность синусового ритма, качество жизни и симптоматику. Результаты исследования ожидаются в конце 2004 г.

#### **Комбинированные алгоритмы**

Во многих исследованиях изучалось влияние комбинированных профилактических алгоритмов предсердной стимуляции на уменьшение общей продолжительности ФП, предварительные данные опубликованы в виде тезисов. В исследовании PIRAF изучался эффект использования профилактического алгоритма у 38 пациентов с пароксизмальной ФП, его предварительные результаты представлены на научной сессии Американской коллегии кардиологов в 2002 г. [13]. Использовался стимулятор Chogum 7334 (ELA Medical, Париж, Франция), а исследуемыми алгоритмами были подавление синусового ритма (достигается постоянная предсердная стимуляция с частотой, немного превышающей частоту синусового ритма), постэкстрасистолическое подавление (контролирует изменения длины цикла после ПЭ) и ускорение при ПЭ (временно увеличивается частота стимуляции при частой ПЭ). Не было получено достоверного изменения в продолжительности или числе эпизодов ФП как на терапии, так и без нее. Исследователи отметили снижение

общей продолжительности ФП у 20 пациентов, увеличение у 14 пациентов и 4 пациента не имели соответствующей симптоматики во время перекрестной фазы.

Стимулятор AT500 имеет три профилактических алгоритма предсердной стимуляции, разработанных для профилактики предсердных тахикардий: стабилизация ритма сердца (в ответ на ПЭ), предпочтительная стимуляция предсердий (overdrive стимуляция) и overdrive стимуляция после переключения режима (post-mode switch). У 31 пациента алгоритмы уменьшили среднее число эпизодов аритмии, но ее общая продолжительность аритмий не изменилась [14]. Исследование по верификации функции стимулятора AT500 в отношении эффективности профилактических и купирующих алгоритмов по уменьшению общей продолжительности ФП проведено у 325 пациентов с общепринятыми показаниями к ЭКС [15]. Хотя профилактические алгоритмы приводили к увеличению средней продолжительности стимуляции предсердий с 62% до 97% общего времени, не было выявлено различий в количестве предсердных аритмий и общей тяжести аритмий.

В проекте ATTEST исследовали данные, полученные у 324 пациентов, которым был имплантирован стимулятор AT500 [16]. У пациентов имелись общепринятые показания к стимуляции, а также по меньшей мере один эпизод ФП в течение последнего года. Были разрешены все виды протекторного и антитахикардического лечения. Средняя длительность стимуляции предсердий была 98% от всего времени в группе с включенными (ON) алгоритмами и 75% в группе с выключенными (OFF). Однако не было получено различий в средней частоте приступов ФП (1,3 эпизода в месяц в группе ON и 1,2 эпизода в группе OFF) и ее общей продолжительности (4,2 часа в месяц в группе ON и 1,1 часа в группе OFF).

В исследовании по лечению ФП оценивалась эффективность комбинированных алгоритмов стимуляции предсердий с использованием стимулятора Selection 900 для профилактики ФП у 372 больных с пароксизмальной ФП [17]. Две трети пациентов не имели общепринятых брадикардических показаний к ЭКС. Кондиционирование ритма, ответ на ПЭ, подавление ПЭ и постнарузочный ответ проводились параллельным образом в течение 2 месяцев и сравнивались с поддерживающим режимом стимуляции. Предварительные результаты, полученные у части пациентов, показали, что имеется уменьшение на 30,4% общей продолжительности ФП при использовании комбинированных профилактических алгоритмов и увеличение продолжительности синусового ритма на 68%. Однако средняя продолжительность ФП в исследовании была 0 часов в день, показывая тем самым, что у многих пациентов в ходе исследования не возникала ФП.

В регистре профилактики ФП исследовалась эффективность индивидуализированных профилактических алгоритмов у 32 пациентов с синдромом слабости синусового узла и пароксизмальной ФП при использовании стимулятора Selection [18]. После фазы введения в исследование и периода мониторингирования исследовалась диагностическая информация, полученная с имплантированного устройства. Если перед возникновением ФП определялись ПЭ, устанавливались алгоритмы подавления ПЭ и ответа после ПЭ. Если перед началом ФП не

регистровались ПЭ, активировался алгоритм кондиционирования ритма. Использование алгоритма постнагрузочного ответа рекомендовалось, если перед началом ФП отмечалось урежение частоты сердечных сокращений. Если при диагностическом исследовании устройства не выявлялось эпизодов ФП, все алгоритмы отключались. У 9 пациентов были включены все 4 алгоритма. Средняя общая продолжительность ФП по группе 32 пациентов уменьшилась с 3,9% до 1,3%. У 19 пациентов (50%) отмечалось уменьшение общей продолжительности ФП на 50% и более.

Представляется, что при использовании комбинации алгоритмов в устройстве Selection алгоритм кондиционирования ритма превалирует над другими, при этом алгоритм постнагрузочного ответа в значительной степени является лишним. Программы кондиционирования ритма и успокоения частоты не могут включаться совместно. Также комбинированные профилактические программы могут приводить к очень быстрому возрастанию частоты стимуляции. Например, на фоне возрастания частоты стимуляции на 15 уд/мин под влиянием алгоритма кондиционирования ритма при восприятии физиологического предсердного события может происходить дополнительное увеличение на 15 уд/мин за счет алгоритма подавления ПЭ, если ПЭ распознается. Может быть запрограммирована максимальная частота ЭКС для предупреждения ФП, чтобы избежать нежелательных частот стимуляции (которые могут быть проблематичными у пациентов с сердечной недостаточностью и ишемической болезнью сердца). Представляется однако, что предсердная стимуляция с высокой частотой хорошо симптоматически переносится большинством пациентов с пароксизмальной ФП [9, 19].

#### *Гибридная терапия*

Использование синергичной антиаритмической лекарственной терапии может влиять на эффективность профилактических предсердных алгоритмов [20]. Barnau et al. обследовали 103 пациентов с документированной ФП, которым был имплантирован стимулятор ELA Medical Talent AF [21]. При анализе использования антиаритмических препаратов выявлено, что пациенты, получавшие терапию соталолом, имели самую короткую продолжительность ФП и наибольшее уменьшение числа эпизодов ФП. В противоположность этому, обследование 75 пациентов с имплантированным стимулятором Biotronik (алгоритм DDD+) показало, что пациенты, леченные  $\beta$ -блокаторами (в частности, соталолом), имели минимальный положительный эффект или никакого эффекта от *overdrive* стимуляции [22]. Эти несоответствующие результаты могут быть обусловлены различными типами ФП, лечеными с помощью различных устройств. Несомненно, необходимо проведение дальнейших исследований, но важно заметить, что любой синергичный или гибридный положительный эффект от комбинации стимуляции и медикаментозного лечения может быть просто сложением двух ограниченных и независимых антиаритмических эффектов [23].

Возможно, что положение предсердного электрода может также оказывать влияние на успешность стимуляции. В исследовании ASPECT, проводившемся Paledetti et al., исследовался эффект стимуляции межпред-

сердной перегородки у 148 пациентов и неперегородочной предсердной стимуляции у 150 пациентов при использовании стимулятора AT500 [24]. Включение и отключение комбинированных профилактических алгоритмов проводилось на три месяца. У пациентов со стимуляцией межпредсердной перегородки отмечалось значительное уменьшение числа эпизодов симптоматической предсердной аритмии. В обеих группах отмечалось уменьшение числа ПЭ, однако не уменьшение общей продолжительности аритмии (симптоматической и бессимптомной) и частоты эпизодов аритмии.

Та же группа исследователей наблюдала 46 пациентов с пароксизмальной ФП, которым был имплантирован стимулятор Medtronic Thera [25]. Пациенты были рандомизированы в группы стимуляции ушка правого предсердия и стимуляции межпредсердной перегородки с постоянным алгоритмом стимуляции предсердий, включавшимся перекрестным образом на 3 месяца. Хотя не было различий в суммарной продолжительности ФП для обеих групп стимуляции, было отмечено ее уменьшение при стимуляции межпредсердной перегородки по сравнению со стимуляцией ушка правого предсердия (47 мин/день и 140 мин/день, соответственно). Исследование PASTA должно дать дополнительную информацию о значении места стимуляции предсердий [26]. В этом проспективном исследовании оценивается влияние стимуляции свободной стенки правого предсердия, ушка правого предсердия, устья коронарного синуса и двойной предсердной стимуляции на тяжесть предсердной аритмии при использовании стимулятора Selection 9000.

#### **ДАЛЬНЕЙШИЕ НАПРАВЛЕНИЯ**

##### *«Проаритмическая» стимуляция желудочков*

Пациенты, которым необходима двухкамерная стимуляция по причинам, не связанным с ФП, имеют небольшое преимущество по сравнению с получавшими профилактическую предсердную стимуляцию. Это происходит потому, что стимуляция в режиме DDD даже с нижней границей частоты в 40 уд/мин и большой атрио-вентрикулярной задержкой, часто приводит к правожелудочковой стимуляции. В некоторых исследованиях показано, что длительная стимуляция верхушки правого желудочка оказывает неблагоприятное влияние на гемодинамику левого желудочка, что проявляется уменьшением сердечного выброса, митральной регургитацией и большей частотой предсердных аритмий [27-29].

Этот эффект был недавно продемонстрирован в исследовании, в котором пациенты рандомизировались для использования режимов стимуляции AAIR и DDDR с целью лечения синдрома слабости синусового узла [30]. Частота возникновения ФП при трехлетнем наблюдении в группе пациентов с двухкамерной стимуляцией была значительно выше (7,4% и 23,3%, соответственно). Пациенты с длительной атриоventрикулярной задержкой (желудочки стимулировались в течение 17% времени) имели меньшую выраженность ФП, чем пациенты с короткой задержкой (у них желудочки стимулировались в течение 90% времени). При длительном наблюдении у пациентов группы стимуляции DDDR отмечалось достоверное расширение левого предсердия, а у пациентов со стимуляцией с короткой атриоventрикулярной задерж-

кой при эхокардиографии отмечалось уменьшение фракции укорочения. Пациенты с имплантированным двухкамерным стимулятором могут, следовательно, иметь искусственно большую суммарную продолжительность ФП, если у них в любой мере стимулируются желудочки, даже до включения профилактических алгоритмов. Механизмы уменьшения потребности в правожелудочковой стимуляции и роль альтернативных локализаций стимуляции желудочков нуждаются в изучении.

#### **Успехи в создании новых устройств**

Объем памяти современных платформ стимуляторов постоянно совершенствуется, и хранение внутрисердечных электрограмм становится стандартом для многих двухкамерных стимуляторов. Эти электрограммы позволяют проводить точную оценку начала эпизода предсердной аритмии и ее окончания, степени организации аритмии и истинной эффективности стимуляционных методов [31]. Добавление и точное программирование предсердной антитахикардической стимуляционной терапии, вероятно, позволит уменьшать в будущем тяжесть ФП [32, 33]. В настоящее время разрабатываются цифровые системы, потенциально способные регистрировать более четкие электрограммы, допускать обновление программного обеспечения и обладать методами устранения восприятия зубца R как предсердного события (far-field R wave sensing).

#### **Подходящий пациент**

Выбор подходящего пациента, вероятно, остается одной из сложных проблем, решение которой необходимо для достижения успеха при профилактической стимуляции предсердий. У многих пациентов после имплантации устройства не отмечается ФП и у них может быть достигнут положительный эффект от только пред-

сердной стимуляции. Например, в исследовании ASPECT у 22% пациентов не отмечалось предсердных нарушений ритма в течение целых 6 месяцев после рандомизации [24]. Также необходимо, чтобы пациенты имели как минимум среднюю тяжесть фибрилляции предсердий, чтобы алгоритмы стимуляции могли играть значительную роль. Критерием включения в исследование ASPECT было наличие единственного эпизода ФП за предшествующий год, поэтому было реально тяжело показать успешность стимуляционного лечения, если общая тяжесть ФП была низкой [16].

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Профилактическая стимуляция при фибрилляции предсердий находится на ранних этапах развития. Большая часть производителей обладает в настоящее время стимуляторами с алгоритмами стимуляции предсердий, разработанными для предотвращения ФП. Они все очень похожи и обычно функционируют путем подавляющей стимуляции предсердий или путем ответа на ПЭ. Четко выделены группы пациентов, у которых использование профилактических алгоритмов стимуляции производит положительный эффект, но у многих такого эффекта не обнаруживается. Неясным остается, как выявить, у какого больного будет достигнут положительный эффект. Важными являются методы уменьшения продолжительности стимуляции желудочков, а детальные внутрисердечные электрограммы помогут истинной оценке эффективности алгоритмов стимуляции.

**Благодарность.** Данная статья представляет собой часть докторской диссертации, выполняемой в Лондонском университете, и частично поддержана образовательным грантом компании Medtronic Ltd. (Великобритания).

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Dimmer C., Szili-Torok T., Tavernier R., Verstraten T., Jordaens L.J., Initiating mechanisms of paroxysmal atrial fibrillation, *Europace*, 2003; 5: 1-9.
2. Hoffman E., Janko S., Steinbeck G., Edvardsson N., Camm A.J., Analysis of onset mechanisms of atrial fibrillation in pacemaker patients, *Heart*, 2001; 83 (Suppl. 1): 19 (abstract).
3. Guyomar Y., Thomas O., Marquie C., et al., Mechanisms of onset of atrial fibrillation: a multicenter, prospective, pacemaker-based study, *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 2003; 26: 1336-1341.
4. Yang A., Hochhausler M., Schrickel J., et al., Advanced pacemaker diagnostic features in the characterization of atrial fibrillation: impact on preventive pacing algorithms, *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 2003; 26: 310-313.
5. Mont L., Sambola A., Brugada J., et al., Long-lasting sport practice and lone atrial fibrillation, *Eur. Heart J.*, 2002; 23: 477-482.
6. Murgatroyd F.D., Nitzsche R., Slade A.K., et al., A new pacing algorithm for overdrive suppression of atrial fibrillation. Chorus Multicentre Study Group, *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 1994; 17: 1966-1973.
7. De Vusser P., Scheurwegs C., Troost E., Van Belle Y., Reduction of AF burden using a circadian overdrive pacing at 80/65 ppm, *Europace Supplements*, 2002; 3: 244. (abstract).
8. Carlson M.D., Ip J., Messenger J., et al., A new pacemaker algorithm for the treatment of atrial fibrillation: results of the Atrial Dynamic Overdrive Pacing Trial (ADOPT), *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2003; 42: 627-633.
9. Attuel P., Danilovic D., Konz K.H., et al., Relationship between selected overdrive parameters and the therapeutic outcome and tolerance of atrial overdrive pacing, *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 2003; 26: 257-263.
10. Puglisi A., Altamura G., Capestro F., et al., Impact of closed-loop stimulation, overdrive pacing, DDDR pacing mode on atrial tachyarrhythmia burden in bradytachy syndrome. A randomized study, *Eur. Heart J.*, 2003; 24: 1952-1961.
11. Gorenek B., Kudaiberdieva G., Goktekin O., et al., Long-short sequence may predict immediate recurrence of atrial fibrillation after external cardioversion, *Europace*, 2003; 5: 11-16.
12. Israel C.W., Groenefeld G., Ehrlich J.R., Li Y.G., Goebel T., Hohnloser S.H., Temporary high rate overdrive pacing to prevent immediate reinitiation of atrial tachyarrhythmias: results of a randomised trial, *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 2002; 24: 712. (abstract).
13. Mansourati J., Barnay C., Marcon J.L., et al., Assessment of pacing algorithms in prevention of atrial fibrillation, *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2002; 39: 107 (abstract).
14. Israel C.W., Lawo T., Lemke B., Gronfeld G., Hohnloser S.H., Atrial pacing in the prevention of paroxysmal atrial fibrillation: first results of a new combined algorithm, *Pacing*

Clin. Electrophysiol., 2000; 23: 1888-1890.

15. Israel C.W., Hugl B., Unterberg C., et al., Pace-termination and pacing for prevention of atrial tachyarrhythmias: results from a multicenter study with an implantable device for atrial therapy, *J. Cardiovasc. Electrophysiol.*, 2001; 12: 1121-1128.
16. Lee M.A., Weachter R., Pollak S., et al., The effect of atrial pacing therapies on atrial tachyarrhythmia burden and frequency: results of a randomized trial in patients with bradycardia and atrial tachyarrhythmias, *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2003; 41: 1926-1932.
17. Camm A.J., The atrial fibrillation therapy study, *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 2002; 24: 554 (abstract).
18. Lozano I.F., Vincent A., Roda J., et al., Paroxysmal atrial fibrillation prevention by pacing in patients with pacemaker indication, *Europace*, 2003; 5: 267-273.
19. Pfeiffer D., Mabo P., Poezevara Y., Tolerance of sinus rhythm overdrive algorithm for AF prevention, *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 2002; 24: 644 (abstract).
20. Boriani G., Ricci R., Santini M., et al., Effect of antiarrhythmic drugs on the atrial arrhythmia cycle length in patients affected by paroxysmal atrial fibrillation: Italian AT500 registry, *Eur. Heart J.*, 2001; 22: 327 (abstract).
21. Barnay C., De Roy L., Seidl K., et al., Impact of antiarrhythmic therapy on the efficacy of AF prevention pacing, *Europace Supplements*, 2002; 3: 231 (abstract).
22. Konz K.H., Danilovic D., Brachmann J., et al., The influence of concomitant drug therapy on the efficacy of atrial overdrive stimulation for prevention of atrial tachyarrhythmias, *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 2003; 26: 272-277.
23. Murgatroyd F.D., «Pills and pulses»: hybrid therapy for atrial fibrillation, *J. Cardiovasc. Electrophysiol.*, 2002; 13(suppl. 1): S40e6.
24. Padeletti L., Purerfellner H., Adler S.W., et al., Combined efficacy of atrial septal lead placement and atrial pacing algorithms for prevention of paroxysmal atrial tachyarrhythmia, *J. Cardiovasc. Electrophysiol.*, 2003; 14: 1189-1195.
25. Padeletti L., Pieragnoli P., Ciapetti C., et al., Randomized crossover comparison of right atrial appendage pacing versus interatrial septum pacing for prevention of paroxysmal atrial fibrillation in patients with sinus bradycardia, *Am. Heart J.*, 2001; 142: 1047-1055.
26. Spitzer S.G., Gazarek S., Wacker P., Malinowski K., Schibgilla V., Pacing of the atria in sick sinus syndrome trial: preventive strategies for atrial fibrillation, *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 2003; 26: 268-271.
27. Cannan C.R., Higano S.T., Holmes Jr. D.R., Pacemaker induced mitral regurgitation: an alternative form of pacemaker syndrome, *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 1997; 20: 735-738.
28. Vanderheyden M., Goethals M., Anguera I., et al., Hemodynamic deterioration following radiofrequency ablation of the atrioventricular conduction system, *Pacing Clin. Electrophysiol.*, 1997; 20: 2422-2428.
29. Tse H.F., Lau C.P., Long-term effect of right ventricular pacing on myocardial perfusion and function, *J. Am. Coll. Cardiol.*, 1997; 29: 744-749.
30. Nielsen J.C., Kristensen L., Andersen H.R., Mortensen P.T., Pedersen O.L., Pedersen A.K., A randomized comparison of atrial and dual-chamber pacing in 177 consecutive patients with sick sinus syndrome: echocardiographic and clinical outcome, *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2003; 42: 614-623.
31. Mitchell A.R., Spurrell P.A., Cheatle L., Sulke N., Effect of atrial antitachycardia pacing treatments in patients with an atrial defibrillator: randomised study comparing subthreshold and nominal pacing outputs, *Heart*, 2002; 87: 433-437.
32. Israel C.W., Ehrlich J.R., Gronefeld G., et al., Prevalence, characteristics and clinical implications of regular atrial tachyarrhythmias in patients with atrial fibrillation: insights from a study using a new implantable device, *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2001; 38: 355-363.
33. Hugl B., Israel C.W., Unterberg C., et al., Incremental programming of atrial anti-tachycardia pacing therapies increases therapy efficacy: results of the international AT500 verification study, *Eur. Heart J.*, 2001; 22: 554 (abstract).