

Э.М.Идов¹, С.В.Молодых², Н.М.Неминуший³, О.В.Беляев¹

ОЦЕНКА ПОРОГОВОЙ ВЕЛИЧИНЫ И АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА ЭНЕРГИИ ИМПУЛЬСА ПРЕДСЕРДНОГО КАНАЛА КАРДИОСТИМУЛЯТОРА ПРИ ДВУХКАМЕРНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ СЕРДЦА

¹ГОУ ВПО «Уральская Государственная медицинская академия», Екатеринбург;

²МУЗ «Центральная городская больница №4» Нижний Тагил;

³ГОУ ВПО «Московская медицинская академия имени И.М.Сеченова», Москва

С целью оценки клинических результатов длительного применения у больных симптомной брадикардией имплантируемых двухкамерных кардиостимуляторов, оснащенных алгоритмом Atrial Capture Management обследован и прооперирован 31 больной (16 мужчин и 15 женщин в возрасте от 41 до 84 лет, средний возраст $66,4 \pm 1,9$ лет) с симптомной брадикардией на фоне синдрома слабости синусового узла или атриовентрикулярной блокады.

Ключевые слова: двухкамерные электрокардиостимуляторы, порог стимуляции, управление предсердным захватом, синдром слабости синусового узла, атриовентрикулярная блокада.

To assess the clinical data of the long-term dual-chamber cardiac pacing with the Atrial Capture Management algorithm in patients with symptomatic bradycardia, 31 patients aged 66.4 ± 1.9 year (16 men, 15 women; age 41 84 years) with symptomatic bradycardia at the background of the sick sinus syndrome or atrio-ventricular block were examined.

Key words: dual-chamber cardiac pacemakers, pacing threshold, control of atrial capture, sick sinus syndrome, atrio-ventricular block.

Техническое совершенствование имплантируемых кардиостимуляторов (КС) и разработка автоматических систем электростимуляции сердца (ЭС) имеют большое значение в современной кардиологии и кардиохирургии [1, 6, 24]. Основной целью применения таких КС является повышение безопасности постоянной ЭС в клинической практике [17]. При диспансерном осмотре больного с имплантированным антиаритмическим устройством врач оценивает ряд автоматически измеренных и накопленных в памяти КС основных параметров стимуляции: состояние батареи питания, величину импеданса электрода, распределение детектированных и навязанных предсердных и желудочковых сокращений, количество пароксизмов тахикардии и др. [14]. Важным критерием автоматической системы является ее способность самостоятельно (без вмешательства врача) оценивать такой важный параметр как величину порога возбуждения миокарда и соответствующим образом регулировать (увеличивать или снижать) выходную энергию импульса для обеспечения эффективности ЭС как по предсердному, так и по желудочковому каналам [3, 17, 24]. Автоматическое измерение порога возбуждения в желудочках сердца посредством оценки так называемого «вызванного» потенциала (evoked response) и регулировка энергии соответствующего канала были успешно реализованы в КС различных производителей и получили одобрение врачей [13, 23]. Оценка величины предсердного порога была проблематична из-за сложности детекции малой амплитуды «вызванного» предсердного потенциала и представляла серьезную техническую задачу [9, 10, 15]. В устройствах с алгоритмом «управления предсердным захватом» (Atrial Capture Management (ACM) - Medtronic, США) данная задача решена методом опосредованного определения наличия или отсутствия предсердного вызванного потенциала [4, 20, 21].

Целью настоящего исследования явилась оценка клинических результатов длительного применения у больных симптомной брадикардией имплантируемых двухкамерных кардиостимуляторов, оснащенных алгоритмом Atrial Capture Management, в сравнении с традиционной методикой определения пороговой величины «вручную» посредством программатора, а также изучение наличия возможного проаритмогенного эффекта функционирования данного алгоритма.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В МУЗ «ЦГБ №4» Нижнего Тагила 31 больному (16 мужчинам и 15 женщинам в возрасте от 41 до 84 лет, средний возраст $66,4 \pm 1,9$ лет) имплантировали двухкамерные КС, оснащенные алгоритмом ACM. Использовали устройства производства фирмы «Medtronic» (США): Sensia DR (n=22; 70,9%), Sensia D (n=8; 25,8%) и Adapta DR (n=1; 3,3%). Показанием для операции явилась симптомная брадикардия на фоне синдрома слабости синусового узла (n=23; 74,2%) и атриовентрикулярной (АВ) блокады II-III ст. (n=8; 25,8%), которая соответствовала классу I клинических рекомендаций Всероссийского научного общества специалистов по клинической электрофизиологии, аритмологии и кардиостимуляции [5]. Большинство оперированных (n=19; 61,2%) страдали ишемической болезнью сердца, 9 (29%) пациентов перенесли инфаркт миокарда, у 4 (12,9%) в анамнезе ревматизм. Гипертрофическая кардиомиопатия была диагностирована у 2 (6,5%) больных, миокардиодистрофия - у 3 (9,7%). У 20 (64,5%) оперированных выявили артериальную гипертензию, у 22 (70,9%) - пароксизмы наджелудочковых тахиаритмий (НЖТА): фибрилляцию предсердий - в 16 случаях, трепетание предсердий - в 4, сочетание тахиаритмий - в 2. Имплантацию системы постоянной ЭС проводи-

ли эндокардиальным способом в лаборатории катетеризации сердца под флюороскопическим контролем. У 29 (93,5%) пациентов применили предсердные биполярные стероид-элюирующие электроды с пассивной (n=23) и активной фиксацией (n=6), в 2 (6,5%) случаях использовали ранее имплантированные униполярные электроды без стероидного включения контактной головки. Использовали различные точки позиционирования электродов в правом предсердии: ушко (n=21; 67,7%), свободную стенку (n=8; 25,8%) и межпредсердную перегородку (n=2; 6,5%). Профилактическую медикаментозную терапию пароксизмов НЖТА проводили у 18 (58,1%) больных, применяли различные антиаритмические препараты (пропафенон, амиодарон, соталол и конкор).

Алгоритм АСМ оценивает пороговую величину возбуждения предсердного миокарда на автоматической основе ежедневно приблизительно в 1 час ночи [16]. В отличие от существующих способов автоматического определения порога стимуляции в желудочках сердца (например, Ventricular Capture Management [Medtronic, США] и Autocapture [St Jude Medical, США]) алгоритм АСМ не использует методику детекции «вызванного» потенциала. Для оценки пороговой предсердной величины алгоритм АСМ использует две метода: «перезагрузки предсердий» (atrial chamber reset [ACR]) и «предсердно-желудочкового проведения» (atrioventricular conduction [AVC]). До начала измерения порога имплантированный КС исследует спонтанный ритм сердца и автоматически выбирает наиболее подходящую методику оценки порога ЭС. Критериями выбора методики тестирования пороговой величины для микропроцессора являются устойчивость синусового ритма и состояние АВ проведения [16, 18-19].

В том случае, если у больного документирован устойчивый синусовый ритм, КС выбирает методику ACR. Принцип функционирования последней заключается в нанесении тестирующих стимулов с некоторым временным упреждением собственных предсердных деполяризаций. Отсутствие собственного R-зубца больного через заданный временной интервал будет свидетельствовать об эффективной предсердной ЭС. Появление же собственной предсердной активности будет говорить об отсутствии «захвата» тестирующим стимулом, то есть о прохождении пороговой величины [16, 19]. ЭКГ-картина при оценке предсердного порога посредством алгоритма АСМ (методика ACR) приведена на рис. 1.

Если мониторингирование посредством имплантированного устройства не выявило у оперированного устойчивого синусового ритма (например, в случаях синоатриальной блокады, синусовой брадикардии или отказа синусового узла), а предсердно-желудочковое проведение сохранено, то КС использует методику оценки AVC. При этой методике на предсердия наносится тестирующий стимул, вслед за которым через 70 мс следует дополнительный «страховочный» стимул с повышенной энергией (амплитуда 2,5 В, длительность 1,0 мс), а затем КС определяет положение R-зубца. При эффективной предсердной стимуляции тестирующим стимулом R-зубец появится через время, соответствующее

АВ проведению больного. Появление R-зубца с запазданием на 70 мс указывает на отсутствие «захвата» предсердий тестирующим стимулом и об эффективной стимуляции страховочным стимулом, то есть пороговая величина уже пройдена [16, 18]. ЭКГ-картина при оценке предсердного порога посредством алгоритма АСМ (методика AVC) приведена на рис. 2.

Автоматически измеренная алгоритмом АСМ величина порога возбуждения предсердий заносится в память КС и при телеметрии устройства отображается графически в виде тренда. После имплантации следует заданный двухмесячный «стабилизационный» период в течение которого КС лишь отслеживает пороговую величину, но не регулирует энергию предсердного импульса. После завершения этого временного периода микропроцессор устройства устанавливает энергию предсердного импульса на величину, превышающую пороговую в 2 раза, но не менее чем 1,5 В. При невозможности оценки пороговой величины ЭС, например вследствие развившегося у больного в ночное время пароксизма НЖТА, алгоритм АСМ трижды повторяет тест в последующие

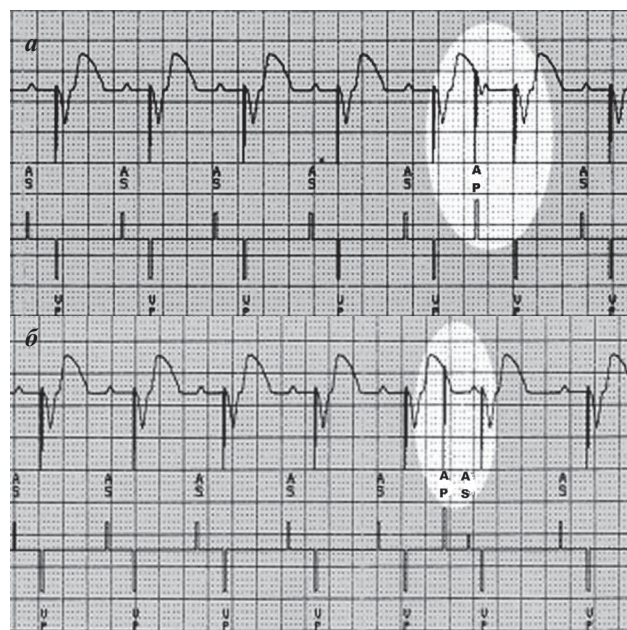


Рис. 1. Схема функционирования методики atrial chamber reset (ACR) алгоритма АСМ. Приведены отведение III поверхностной ЭКГ и изображение маркерного канала КС, получаемого посредством программатора. Здесь и далее AS и AP - спонтанное предсердное сокращение и предсердный импульс КС, VP - «навязанное» желудочковое сокращение. Тестирующий предсердный импульс КС наносится с более коротким интервалом, чем спонтанный предсердный ритм. Эффективный захват возбуждением предсердий от КС определяется в том случае, если микропроцессор устройства в заданный временной интервал после нанесенного предсердного стимула (AP) не выявляет спонтанную предсердную активность (а). В случае выявления в заданном временном интервале спонтанного предсердного сокращения (б) определяют неэффективную предсердную стимуляцию, а величину импульса КС как подпороговую [21].

сутки. Критериями автоматического отключения алгоритма микропроцессором КС являются постоянная форма НЖТА, повреждение предсердного электрода и рост порога свыше 2,5 В [16, 21].

Измеренную автоматически величину порога предсердной ЭС и расчетную длительность функционирования имплантированного КС оценивали посредством программатора CareLink 2090W (производства «Medtronic», США). Определенную с помощью алгоритма ACM величину предсердного порога сравнили с аналогичным параметром, полученным при традиционной методике threshold test (ТТ) последовательным снижением энергии импульса КС врачом посредством программатора до появления неэффективной ЭС, вычисляли индивидуальное различие измерений (ИРИ) по формуле (ИРИ = ACM - ТТ). Оценку порога предсердной ЭС посредством двух тестов при длительности импульса КС 0,4 мс проводили на 3 и 8 сутки, 1, 3, 6, 9, 12, 18 и 24 месяца после имплантации. Клиническую эквивалентность измеренной величины предсердного порога с помощью алгоритма ACM оценивали в пределах от -0,25 В до +0,5 В от величины, полученной при традиционной методике «вручную» [21].

Наличие возможного проаритмического эффекта алгоритма ACM в виде индукции НЖТА оценивали двумя методиками: посредством телеметрической информации временного распределения пароксизмов (провели у 31 оперированного) и суточным мониторингом поверхностной ЭКГ по методу Холтера (у 14 больных). Особое внимание уделяли интервалу 0:30-1:30 ночи, соответствующему времени активного поиска пороговой величины алгоритмом ACM.

Полученные результаты обработали статистически на персональном компьютере с использованием прикладного пакета программ «STATISTICA 6,0 for Windows» («StatSoft», США) и представили в виде

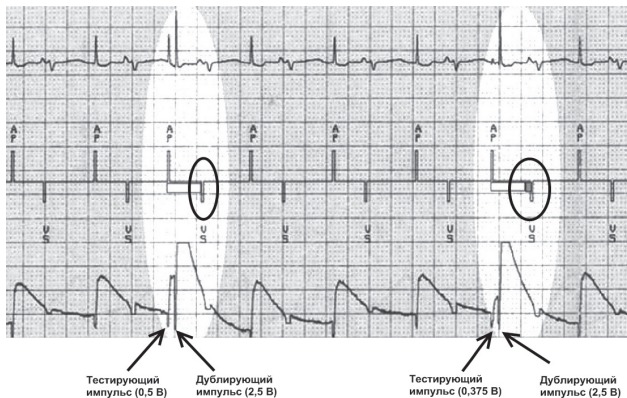


Рис. 2. Схема функционирования методики atrio-ventricular conduction (AVC) алгоритма ACM. Приведены отведение III поверхностной ЭКГ и изображение маркерного канала КС. Тестирующий предсердный импульс приводит к эффективному «захвату» предсердий (удлинения АВ проведения при использовании дублирующего стимула не происходит). В случае неэффективной ЭС тестирующим стимулом возбуждение предсердий возникает от дублирующего стимула, что документировано по удлинению АВ проведения на 70 мс [21].

$M \pm m$. Различия считали статистически достоверными при $p < 0,05$.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализированы результаты 534 исследований величины предсердного порога: 277 исследований было проведено автоматически имплантированным КС посредством алгоритма ACM (эффективность оценки порога составила 100% [277 из 277]) и 257 - врачом с помощью программатора по традиционной методике «вручную» (эффективность - 92,8% [257 из 277]). Большая часть ($n=204$ [73,6%]) проведенных алгоритмом ACM тестов оценки предсердной пороговой величины была выполнена по методике ACR, оставшиеся 73 (26,4%) случая оценивались по методике VCR. Более низкая величина эффективности мануальной оценки порога ЭС посредством программатора была обусловлена наличием у 4 пациентов продолжающихся нормосистолических пароксизмов НЖТА в момент очередного динамического осмотра.

На рис. 3 показано распределение абсолютных величин индивидуальных различий 257 измерений пороговой величины, оцененных двумя способами. Наиболее часто (в 205 [79,8%] случаев) индивидуальное различие измерений составило 0 В. Анализ не выявил статистически значимой разницы средних величин порога предсердной ЭС при различных методиках его определения ($p > 0,05$). Средняя величина индивидуальных различий измерений колебалась от 0,05 В до 0,09 В, что было в пределах клинической эквивалентности (рис. 4). Не документировано случаев индукции НЖТА

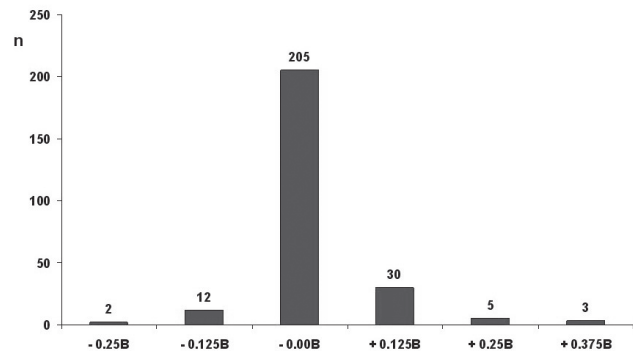


Рис. 3. Распределение величин индивидуальных различий измерений порога предсердной ЭС посредством двух методик у 31 оперированного.

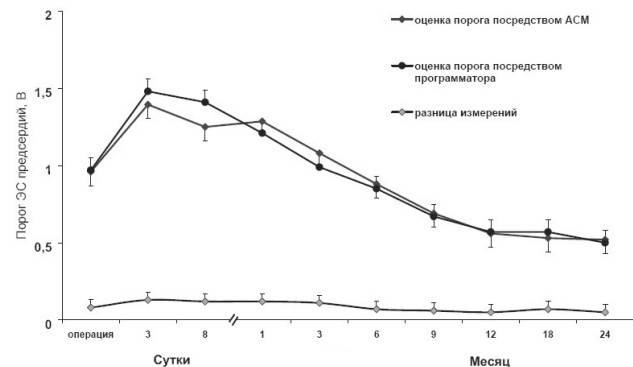


Рис. 4. Динамика средних величин порога предсердной ЭС в течение периода наблюдения при двух методиках оценки.

во временной период активного поиска пороговой величины алгоритмом АСМ.

Алгоритм АСМ был отключен микропроцессором КС в 2 случаях. Причиной временного отключения алгоритма явилась утрата эффективной предсердной ЭС из-за повреждения электрода. Функционирование алгоритма было успешно восстановлено после имплантации нового предсердного электрода. Основанием для стойкого отключения алгоритма АСМ явилось развитие постоянной формы НЖТА в одном клиническом случае. Таким образом, успешное функционирование алгоритма АСМ в течение периода наблюдения имело место у 30 (96,8%) оперированных.

Средняя расчетная длительность функционирования КС при включенном алгоритме АСМ составила $105,4 \pm 1,1$ месяца, что было на 14% выше аналогичной величины при деактивированном алгоритме ($92,5 \pm 1,2$ мес, $p < 0,05$). Осложнений, побочных эффектов применения двухкамерных КС, оснащенных АСМ, летальных исходов за период наблюдения не было. Представляем клинический случай эффективного функционирования алгоритма АСМ при длительном динамическом наблюдении.

Больной В., 65 лет с клиническим диагнозом ишемическая болезнь сердца, тахи-брадиформы синдрома слабости синусового узла (синоатриальная блокада, пароксизмальная тахисистолическая форма НЖТА) в феврале 2008 г. имплантирован двухкамерный частотно-адаптивный КС Sensia DR (производства «Medtronic», США), оснащенный алгоритмом автоматического измерения пороговой величины и регулировки энергии предсердного импульса АСМ. Представлены результаты определения пороговой величины предсердной ЭС двумя методиками. На рис. 5а продемонстрированы длительные (2 года) тренды величины предсердного порога и энергии импульса КС. Последний автоматический тест алгоритмом АСМ определил величину порога возбуждения предсердного миокарда, равную 0,375 В (при длительности импульса 0,4 мс). На рис. 5б представлен традиционный тест измерения порога предсердной ЭС посредством программатора. Пороговая величина составила 0,5 В. Таким образом, индивидуальное различие измеренных двумя тестами пороговых величин у оперированной составило 0,125 В.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Эффективность «захвата» сердца электрическим возбуждением от импульса КС является фундаментальной основой применения электростимуляции в клинической практике [6, 14]. Пороговая величина возбуждения миокарда в послеоперационном периоде может значительно варьировать, и подвержена влиянию типа и модели электрода, различных медикаментов и других факторов [2, 7, 12, 20]. Активно внедряемые в последние годы автоматизированные системы способны самостоятельно оценивать порог стимуляции в желудочках и предсердиях, регулировать амплитуду импульса, что снижает расход энергии, увеличивает срок функционирования источника питания имплантированного КС и, тем самым, повышает безопасность применения ЭС в клинической практике [3, 4, 8, 24].

Методика оценки пороговой величины по конфигурации так называемого «вызванного потенциала» (деполяризации миокарда после стимула) посредством стимулирующего электрода является не простой медико-технической задачей. Ситуация становится более сложной, когда речь идет о предсердиях, поскольку амплитуда предсердного сигнала значительно меньше желудочкового. Поляризация, возникающая на контактных полюсах имплантированного электрода сразу же после нанесения стимула КС, формирует электрический сигнал, способный маскировать «вызванный» предсердный потенциал. В таких случаях КС может ошибочно воспринимать электрическую поляризацию в качестве предсердной активности, что приводит к неправильной работе алгоритма тестирования пороговой величины [11]. Поэтому существующие сегодня методы верификации предсердного «вызванного» потенциала предполагают использовать для его восприятия либо не участвующие в нанесении стимула контакты имплантированного электрода, либо определять наличие предсердной активности опосредованно, по возникновению проведенных потенциалов в желудочках сердца [18, 19, 22]. Последний метод используется встроенным в КС фирмы «Medtronic» алгоритмом АСМ.

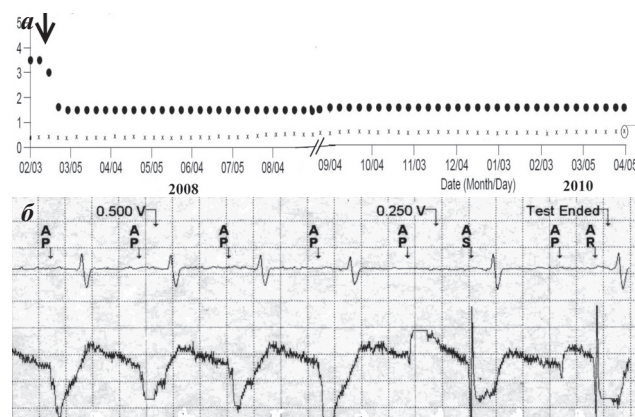


Рис. 5. Результаты оценки величины порога предсердной ЭС у больного В. с помощью двух методик. а) индивидуальный тренд пороговой величины предсердной ЭС и установленной алгоритмом АСМ энергии предсердного импульса КС в течение двух лет наблюдения; последняя автоматически измеренная величина порога (показано 0) составила 0,375 В, установленная амплитуда предсердного стимула 1,5 В (x = величина порога возбуждения, $\bullet$ = величина энергии предсердного импульса; стрелкой показана стабилизационная двухмесячная фаза после имплантации в течение которой алгоритм АСМ лишь отслеживает величину порога, а регуляция энергии предсердного импульса КС не производится); б) оценка порога предсердной ЭС традиционным способом программатором, приведены отведение III поверхностной ЭКГ и изображение маркерного канала КС; величина порога возбуждения предсердного миокарда составила 0,5 В. Таким образом, индивидуальная разница измерений составила 0,125 В.

Проведенное исследование показало, что измерение алгоритмом АСМ порога предсердной стимуляции было эквивалентно традиционной методике оценки аналогичной величины посредством программатора. При этом средняя величина индивидуальных различий измерений двух методик не превысила 0,09 В. Эффективность оценки пороговой величины посредством алгоритма АСМ оказалась выше на 7,2% в сравнении с традиционной методикой. Достоинством автоматической методики оценки является возможность ее использования у больных, страдающих пароксизмами НЖТА, отсутствием необходимости повторного обращения к врачу после восстановления ритма с целью оценки порога стимуляции и регулировки энергии импульса. Исследование продемонстрировало, что алгоритм АСМ соответствует своему предназначению, а результаты его измерения - результатам определения порога стимуляции в условиях клиники традиционным способом посредством программатора. Используемый алгоритм оценки пороговой величины предсердной ЭС работает при имплантации различных типов электродов, независимо от механизма фиксации, положения в правом предсердии и полярности.

Алгоритм АСМ продемонстрировал клиническую безопасность применения: активный поиск пороговой величины не индуцировал пароксизмов НЖТА, эффективно применялся у 96,8% оперированных, позволил увеличить расчетную длительность функцио-

нирования имплантированного двухкамерного КС в среднем на 20%. В заключение хотели бы подчеркнуть перспективность клинического применения имплантируемых двухкамерных КС, использующих важную, на наш взгляд, функцию автоматического определения пороговой величины и регуляции выходной энергии предсердного канала.

ВЫВОДЫ

1. Алгоритм АСМ автоматического измерения порога возбуждения и регулировки энергии предсердного канала двухкамерных кардиостимуляторов продемонстрировал надежное и безопасное функционирование на протяжении 24 месяцев послеоперационного периода.
2. Вычисленная посредством алгоритма АСМ величина порога возбуждения предсердий статистически не отличалась от величины, определенной посредством традиционной мануальной методики.
3. Активация алгоритма АСМ приводила к увеличению расчетной длительности функционирования имплантированного кардиостимулятора в среднем на 14%.
4. Необходимы дальнейшие исследования безопасности и дополнительных преимуществ применения двухкамерных кардиостимуляторов с алгоритмом автоматического определения порога возбуждения и регулировки энергии предсердного канала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокерия Л.А., Ревитшвили А.Ш., Давтян К.В. Электрокардиостимуляция при брадиаритмиях. В кн. Руководство по нарушениям ритма сердца. Под ред. Е.И. Чазова, С.П. Голицына. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008 - С. 273-307
2. Вагнер Е.А., Протопопов В.В., Молодых С.В. Исследование порога возбудимости миокарда при постоянной электростимуляции желудочков сердца // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. - 1994. - № 2. - С. 33-37.
3. Жданов А.М., Александров А.Н., Фролов В.М. и др. Значение детекции амплитуды R-волны в оптимизации автоматического измерения порога стимуляции и регулирования амплитуды стимулирующего импульса // Вестник аритмологии. - 2005. - №41. - С. 17-20
4. Идов Э.М., Молодых С.В., Беляев О.В. Автоматическое измерение пороговой величины и регулировка энергии импульса предсердного канала при двухкамерной электростимуляции сердца // Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н.Бакулева РАМН. 2009. №6. Сборн. тез. докладов 15-го Всероссийского съезда сер.-сосуд. хирургов. - С. 93.
5. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств. / Под ред. Л.А. Бокерия, А.Ш. Ревитшвили, Р.Г. Оганова. - М.: Асконлайн, 2009 - 304 с.
6. Клиническая аритмология. / Под ред. А.В. Ардашева. - М.: «Медпрактика-М», 2009. - 1220 с.
7. Biffi M, Spitali G, Silvetti M. et al. Atrial threshold variability: implications for automatic atrial stimulation algorithms // PACE. - 2007. - Vol.30. - №10. - P. 1445-1454.
8. Boriani G, Biffi M, Branzi A. et al. Benefits in projected pacemaker longevity and in pacing related costs conferred by automatic threshold tracking // PACE. - 2000. - Vol.23. - №11. - P. 1783-1787.
9. Boriani G, Biffi M, Cannom D. et al. Atrial evoked response integral for automatic capture verification in atrial pacing // PACE. - 2003. - Vol.26. - №2. - P. 248-252.
10. Butter C, Hartung W, Kay G. et al. Clinical validation of new pacing-sensing configurations for atrial automatic capture verification in pacemakers // J. Cardiovasc. Electrophysiol. - 2001. - Vol.12. - №10. - P. 1104 -1108.
11. Butter C., Zhang G., Seifert M. et al. Effect of atrial lead position on atrial automatic capture verification // PACE. - 2008. - Vol.31. - №10. - P.1118-1124
12. Dohrmann ML, Goldschlager NF. Myocardial stimulation threshold in patients with cardiac pacemakers: effect of physiologic variables, pharmacologic agents, and lead electrodes // Cardiol. Clin. - 1985. - Vol.3. - №3. - P.527-537.
13. Duru F, Bauersfeld U, Schuller H, Candinas R. Threshold tracking pacing based on beat by beat evoked response detection: clinical benefits and potential problems // J. Interv. Card. Electrophysiol. - 2000. - Vol. 4. - №4. - P.511-522.
14. Kusumoto F., Goldschlager N. (eds). Cardiac pacing for the clinician. Springer Science, NY. - 2008. - 744pp.
15. Livingston AR, Callaghan FJ, Byrd C. et al. Atrial capture detection with endocardial electrodes // PACE. - 1988. - Vol.11. - №11, Pt 2. - P. 1770-1776.
16. Medtronic Sensia DR manual. Minneapolis, USA. - 2008. - 214 pp.

17. Neuzner J, Schwarz T, Sperzel J. Pacemaker automaticity // *Am. J. Cardiol.* - 2000. - Vol.86. - Supplement A. - P.104K-110K.
18. Rueter J, Heynen H, Meisel E et al. Automatic measurement of atrial pacing thresholds by AV conduction // *PACE.* - 2000. - Vol.23. - №4. Pt .II. - P.658.
19. Sheldon T, Nelson L, Vatterott P, Mead H. Atrial threshold measurement using atrial chamber reset method // *PACE.* - 2000. - Vol.23. - №4. Pt .II. - P.634.
20. Silvetti M, De Santis A, Marcora S. et al. Circadian pattern of atrial pacing threshold in the young // *Europace.* - 2008. - Vol.10. - №2. - P.147-150.
21. Sperzel J, Milasinovic G, Smith T. et al. Automatic measurement of atrial pacing thresholds in dual-chamber pacemakers: clinical experience with atrial capture management // *Heart Rhythm.* - 2005. - Vol.2. - №10. - P.1203-1210.
22. Suttan R, Froehlig G, de Voogt W. et al. Reduction of the pace polarization artifact for capture detection applications by a tri-phasic stimulation pulse // *Europace.* - 2004. - Vol. 6. - № 6. - P. 570-579.
23. Vonk B., van Oort G. New method of atrial and ventricular capture detection // *PACE.* - 1998. - Vol. 21. - № 1, Pt 2. - P. 217-222
24. Wood M. Automated pacemaker function // *Cardiol. Clin.* - 2000. - Vol.18. - №2. - P.177-191.

ОЦЕНКА ПОРОГОВОЙ ВЕЛИЧИНЫ И АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА ЭНЕРГИИ ИМПУЛЬСА ПРЕДСЕРДНОГО КАНАЛА КАРДИОСТИМУЛЯТОРА ПРИ ДВУХКАМЕРНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ СЕРДЦА

Э.М.Идов, С.В.Молодых, Н.М.Неминуцкий, О.В.Беляев

С целью оценки клинических результатов длительного применения у больных симптомной брадикардией имплантируемых двухкамерных кардиостимуляторов (КС), оснащенных алгоритмом Atrial Capture Management (АСМ), в сравнении с традиционной методикой определения пороговой величины «вручную» посредством программатора обследован 31 больной (16 мужчин и 15 женщин в возрасте от 41 до 84 лет, средний возраст $66,4 \pm 1,9$ лет). Большинство оперированных ($n=19$; 61,2%) страдали ишемической болезнью сердца, 9 (29%) пациентов перенесли инфаркт миокарда. У 20 (64,5%) оперированных выявили артериальную гипертензию, у 22 (70,9%) - пароксизмы наджелудочковых тахикардий: фибрилляцию предсердий - в 16 случаях, трепетание предсердий - в 4, сочетание тахикардий - в 2. Всем больным имплантировали двухкамерные КС, оснащенные алгоритмом АСМ. Показанием для операции явилась симптомная брадикардия на фоне синдрома слабости синусового узла ($n=23$; 74,2%) и атриовентрикулярной (АВ) блокады II-III ст. ($n=8$; 25,8%). Анализированы результаты 534 исследований величины предсердного порога: 277 было проведено алгоритмом АСМ и 257 - врачом. Алгоритм АСМ автоматического измерения порога возбуждения и регулировки энергии предсердного канала двухкамерных КС продемонстрировал надежное и безопасное функционирование на протяжении 24 месяцев послеоперационного периода. Вычисленная посредством алгоритма АСМ величина порога возбуждения предсердий статистически не отличалась от величины, определенной посредством традиционной мануальной методики. Активация алгоритма АСМ приводила к увеличению расчетной длительности функционирования имплантированного КС в среднем на 14 %. Необходимы дальнейшие исследования безопасности и дополнительных преимуществ применения двухкамерных КС с алгоритмом автоматического определения порога возбуждения и регулировки энергии предсердного канала.

THRESHOLD EVALUATION AND AUTOMATED ADJUSTMENT OF IMPULSE ENERGY OF THE PACEMAKER ATRIAL CHANNEL IN DUAL CHAMBER CARDIAC PACING

E.M. Idov, S.V. Molodykh, N.M. Nemynushchiy, O.V. Belyaev

To assess the clinical data of the long-term cardiac dual-chamber pacing with the Atrial Capture Management (ACM) algorithm as compared with the traditional method of the "manual" threshold evaluation with the aid of a programmer in patients with symptomatic bradycardia, 31 patients aged 66.4 ± 1.9 year (16 men, 15 women; age 41 84 years) were examined. The majority of study subjects ($n=19$; 61.2%) suffered from coronary artery disease, 9 of them had a history of myocardial infarction. Arterial hypertension was found in 20 patients (64.5%), paroxysms of supraventricular tachyarrhythmias, in 22 patients (70.9%) including atrial fibrillation revealed in 16 subjects, atrial flutter, in 4 ones, and combination of tachyarrhythmias, in 2 ones. In all patients, dual-chamber pacemakers with the ACM algorithm were implanted. The symptomatic bradycardia at the background of the sick sinus syndrome ($n=23$; 74.2%) or II III degree atrio-ventricular block ($n=8$, 25.8%) was considered an indication to the procedure.

The results of 534 assessments of the atrial threshold level were analyzed: 277 ones were performed with the aid of the ACM algorithm and 257 assessments were carried out by physicians. The ACM algorithm for the automated evaluation of the excitation threshold and the control of the atrial channel energy in dual chamber pacemakers showed a reliable and safe functioning within 24 months of the post implantation period. The atria excitation threshold calculated using the ACM algorithm did not statistically significantly differ from that obtained using the "traditional" manual technique. The ACM algorithm activation led to an increase of the life expectancy of the implantable cardiac pacemaker on the average by 14%. Further studies of safety and additional benefits of application of dual chamber pacemakers with the ACM algorithm for the excitation threshold evaluation and adjustment of the atrial channel energy are necessary.