

ОБЗОРЫ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2011

УДК 616.125-008.313.2/.3:616.12-089.8-78

ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ ЭПИКАРДИАЛЬНОГО КАРТИРОВАНИЯ ПРИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ ВО ВРЕМЯ ОПЕРАЦИЙ С ИСКУССТВЕННЫМ КРОВООБРАЩЕНИЕМ

*Л. А. Бокерия**, *А. Г. Филатов*, *В. А. Горячев*

Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева (директор – академик РАН и РАМН Л. А. Бокерия) РАМН, Москва

Тахикардии встречаются во всех возрастных группах [2, 16, 23]. Распространенность пароксизмальной суправентрикулярной тахикардии в популяции составляет 2,29 на 1000 человек. У женщин она регистрируется в два раза чаще, чем у мужчин, и риск ее развития в 5 раз выше у лиц старше 65 лет [24]. Данных о популяционной частоте хронической непароксизмальной тахикардии в настоящее время не получено. Распространенность фибрилляции предсердий (ФП) в общей популяции составляет 1–2%, и этот показатель, вероятно, увеличится в ближайшие 50 лет [6]. Систематическое мониторирование ЭКГ позволяет выявить ФП у каждого двадцатого пациента с острым инсультом, то есть значительно чаще, чем при использовании стандартной ЭКГ в 12 отведениях. Фибрилляция предсердий может оставаться недиагностированной (бессимптомная ФП), а многих больных с ФП никогда не госпитализируют в стационар, поэтому истинная распространенность ФП в общей популяции, скорее всего, приближается к 2% [1, 22]. Распространенность ФП увеличивается с возрастом: от 0,5% и менее в возрасте 40–50 лет до 5–15% в возрасте 80 лет [4, 5, 7]. У мужчин ФП развивается чаще, чем у женщин. Риск развития ФП составляет около 25% в возрасте после 40 лет, а заболеваемость за последние 20 лет увеличилась на 13% [9].

Электрические потенциалы, генерируемые сердцем, впервые А. D. Waller измерил на поверхности тела человека более 100 лет назад. С тех пор электрокардиография является наиболее часто используемым инструментом для определения

изменений электрофизиологических процессов в миокарде [13]. Основная проблема, волнующая врачей на протяжении более 70 лет, – это возможность точной топической локализации аритмогенного очага для последующего оперативного лечения аритмии со 100% эффективностью.

Впервые поверхностное картирование для локализации аритмогенных зон выполнил В. Taccardi в 1963 г. [30]. При записи электрокардиограммы (ЭКГ) с поверхности тела он использовал ленту с 400 отведениями. В результате исследования он обнаружил различия в поверхностных потенциалах при деполяризации миокарда.

В 1967 г. Durrer и соавт. впервые осуществили индукцию и купирование пароксизмальной наджелудочковой тахикардии при внутрисердечной стимуляции предсердий и желудочков. Кроме того, данная группа ученых продемонстрировала метод эпикардиального картирования для определения локализации дополнительного предсердно-желудочкового соединения (ДПЖС). В ходе исследования было установлено, что наиболее ранняя активация желудочков происходит в зоне его присоединения в атриовентрикулярной (АВ) борозде, в проекции пучка Кента [16].

С 1970 г. стал активно развиваться метод поверхностного картирования с целью локализации дополнительного предсердно-желудочкового соединения [17, 32]. Данный метод заключается в регистрации большого количества униполярных ЭКГ (применяется от 24 до 180 отведений) с поверхности тела пациента с последующим анализом структуры и распределения электрических потенциалов. В отличие

* Адрес для переписки: e-mail: leoan@online.ru

от стандартного ЭКГ метод поверхностного картирования позволяет более подробно отобразить распределение электрического сигнала по поверхности тела [18]. На основании сопоставления изопотенциальных карт поверхностной активации с результатами интраоперационной локализации ДПЖС были найдены отведения, соответствующие той или иной анатомической зоне атриоventрикулярной борозды. В разных работах выделено от 6 до 17 таких зон, но чаще всего используется деление АВ-борозды на 6–7 зон. При локализации начала возбуждения в одной из зон делается вывод о расположении ДПЖС в соответствующей зоне АВ-борозды. Однако точно и корректно локализовать ДПЖС на практике довольно сложно. Предложено несколько критериев для топической диагностики ДПЖС: определение начального отрицательного потенциала, критерий достижения стабильного минимума потенциала, определение потенциала через 40 мс после начала дельта-волны, анализ поверхностной активации всего комплекса *QRS* и сегмента *ST* [3, 19, 20].

Интраоперационное картирование

Одним из признанных методов точной топической локализации аритмогенного очага является интраоперационное картирование сердца. Это метод, с помощью которого потенциалы, записанные непосредственно от сердца, рассматриваются как функция времени в интегрированной форме. Как известно, электрические процессы в сердце характеризуются закономерной последовательностью возникновения и распространения возбуждения по миокарду. Чтобы локализовать аритмогенный участок, необходимо иметь нулевой сигнал (референтную точку), обычно регистрируемый из легкодоступного отдела с устойчивыми характеристиками (ушко предсердия, выводной отдел правого желудочка или другая зона, наиболее близко расположенная к источнику аритмии). Затем картирующим электродом по определенной схеме измеряют время прихода возбуждения в различные отделы сердца и рассчитывают разницу между каждой из этих точек и референтной точкой. Зоны максимальной разности и являются очагами аритмии. Получение информации наиболее благоприятно при том типе аритмии, который совпадает с имеющимся у больного [21].

Интраоперационное картирование позволяет распознавать зоны аритмий непосредственно на поверхности сердца. В 1987 г. М. А. Allesie и со-

авт. впервые продемонстрировали методику эпикардального картирования правого и левого предсердия во время поддерживаемой фибрилляции предсердий. Методика заключалась в накладывании двух раковин, каждая из которых содержала на своей поверхности по 480 серебряных микроэлектродов (располагающихся на расстоянии 13 мм друг от друга и контактирующих со стенкой предсердия), помещенных в полость предсердия изолированного, перфузируемого сердца собаки. Фибрилляция предсердий индуцировалась одним экстрастимулом при постоянном введении ацетилхолина в перфузируемую жидкость, поддерживалась по мере поступления ацетилхолина и прерывалась после прекращения его введения. Одновременно регистрировались электрограммы с 960 полюсов. В эксперименте подвергли анализу потенциалы, возникшие в правом и левом предсердиях; при этом в один и тот же момент времени регистрировалось несколько волн микроориентри, скорость проведения в которых варьировала от 20 до 90 см/с. Было выявлено, что существование волны микроориентри является кратковременным и составляет несколько сотен миллисекунд. Затухание волны микроориентри могло быть обусловлено как слиянием или столкновением одной волны с другой, так и их встречей с рефрактерной тканью или достижением границ предсердия. Новые волны формировались путем разделения волны вокруг участков рефрактерной ткани. В модели ФП, представленной М. Allesie и соавт., критическое число волн микроориентри, необходимых для персистенции ФП, составляло от 3 до 6, что являлось подтверждением гипотезы G. Moe о существовании множественных кругов случайного (random) ориентри, лежащих в основе механизма поддержания ФП [5].

J. Cox и соавт. провели серию экспериментальных исследований на собаках: на фоне фибрилляции предсердий в условиях искусственно созданной митральной регургитации. Они проанализировали полученные данные с целью определения механизмов возникновения и поддержания аритмии и возможности радикального хирургического лечения данной патологии. В эксперименте применялось одновременное компьютеризированное картирование обоих предсердий с использованием пластины с 208 униполярными электродами. Параллельно в клинике проводилось интраоперационное картирование у пациентов с синдромом Вольфа–Паркинсона–Уайта во время индукции па-

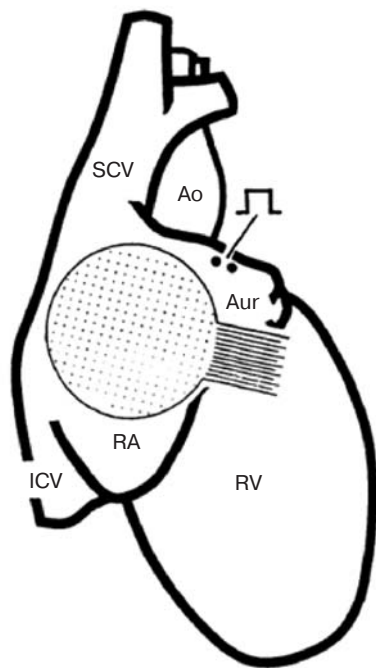


Рис. 1. Схематичное изображение эпикардиальной пластины для картирования свободной стенки правого предсердия с использованием 244 униполярных отведений (К. Konings и соавт., 1994): Ao – аорта; ICV – нижняя полая вена; SCV – верхняя полая вена; RV – правый желудочек; RA – свободная стенка правого предсердия; Aur – ушко правого предсердия

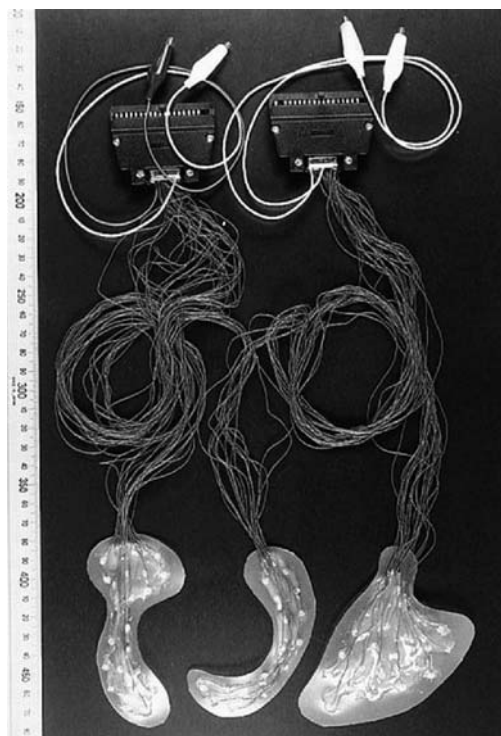


Рис. 2. Силиконовые пластины для проведения эпикардиального картирования, размещаемые на правое и левое предсердие, с возможностью подключения к системе ЭВМ [14]

роксизмов ФП с помощью 160-канальной системы. Экспериментальные данные показали существование множественных кругов микроориентри. Убедительных доказательств наличия признаков макроориентри или очаговой активности получено не было [7, 8]. Авторы сделали следующие выводы: изолированное хирургическое устранение кругов ориентри не обеспечивает успех операции и единственным возможным вариантом является создание пути направленного проведения импульса от синусового узла до АВ-узла, который бы последовательно активировал предсердия.

В 1994 г. К. Konings и соавт. изучили схемы активации правого предсердия человека во время индуцированной ФП [19]. В исследование были включены 25 пациентов с синдромом Вольфа–Паркинсона–Уайта (WPW), которые перенесли операцию по поводу симптоматической или лекарственно устойчивой тахикардии. В ходе исследования четыре биполярных электрода крепились к правому и левому предсердиям и к каждому из желудочков для биполярной записи и стимуляции. Первым этапом было выполнено эпикардиальное картирование свободной стенки правого предсердия во время синусового ритма, затем картирование при быстрой предсердной стимуляции и далее во время индуцированной фибрилляции предсердий до искусственного кровообращения и криоабляции дополнительных патологических путей. Для исследования была использована ложкаобразная пластинка диаметром 3,6 см, состоящая из 244 униполярных электродов (каждый из которых диаметром 0,3 мм), межэлектродное расстояние составило 2,25 мм (рис. 1).

В 1996 г. А. Narada и соавт. сообщили о результатах эпикардиального картирования предсердий у 10 пациентов с хронической ФП и сопутствующей патологией митрального клапана [14]. Интраоперационное картирование проводилось до подключения искусственного кровообращения (ИК). Использовались тридцать серебряных униполярных электродов (каждый диаметром 2 мм), закрепленных на пластиковой прямоугольной пластине в 6 рядов (размер пластины 55×65 мм) (рис. 2). Пластина накладывалась на правую поверхность предсердия и выполнялась запись 30 электрограмм одновременно. Для определения локального времени активации была использована компьютерная программа. Все униполярные электрограммы регистрировались в полосе фильтрации 100–1000 Гц,

и запись проводилась в течение 30 с, далее строились последовательные активационные карты с окном 100 мс для оценки последовательной временной динамики предсердной активации. По данным исследования, характеристика предсердной активации во время ФП преимущественно складывалась как последовательная активация в левом предсердии и хаотичная активация в правом предсердии.

В 1997 г. группой американских ученых под руководством L. Waldo проведено исследование механизма поддержания ФП на стерильной перикардиальной модели сердца собаки. Для исследования применялся метод эпикардиального картирования с помощью пластины, состоящей из 372 униполярных электродов, объединенных в 186 биполярных пар (95 пар на правом предсердии, или 190 униполярных электродов, и 77 пар, или 154 униполярных электрода, — на левом предсердии), располагаемой таким образом, что 14 пар, или 28 униполярных электродов, помещаются в области прохождения пучка Бахмана. Пластина представляет собой полосу из силикона с расположенными на ее поверхности электродами и вставленной внутрь серебряной сеткой. При этом межэлектродная дистанция составляет 1,2 мм и дистанция между центрами каждой электродной пары — 4,2 мм по диагонали и 6 мм по перпендикуляру [27].

В 2000 г. A. Narada и соавт. с помощью 64-канальной биатриальной системы провели интраоперационное картирование обоих предсердий у 12 пациентов с ФП, ассоциированной с изолированными пороками митрального клапана, по описанной ими ранее методике [15].

В 2001 г. S. Yamauchi и соавт. использовали эпикардиальное картирование для определения объема криоаблации с целью устранения ФП у 40 пациентов, оперированных по поводу преимущественно клапанной патологии [33]. В данном исследовании использовались ранее опробованная система для эпикардиального картирования с 30 униполярными электродами у 11 пациентов и новая система с пластиной 55×65 мм, имеющая 60 униполярных электродов, находящихся на расстоянии 2 мм друг от друга, у 29 пациентов. Запись активности предсердий проводилась последовательно по 3 с. Далее выполнялось построение изохронных активационных карт последовательности возбуждения предсердий. Постоянная организованная электрическая активность в левом предсердии была выявлена в 33 случаях, тогда как об актив-

ности в правом предсердии достоверных данных получено не было.

В 2003 г. T. Nitta и соавт. провели интраоперационное картирование предсердной эпикардиальной поверхности у пациентов с постоянной формой ФП и пороком митрального клапана. В данном исследовании ученые попытались охарактеризовать предсердную активацию во время фибрилляции. При этом возникли затруднения в анализе построенных двухмерных карт из-за существования множественных волн фибрилляции в анатомически сложных по структуре предсердиях. Поэтому в своей работе авторы впервые опробовали систему трехмерного картирования предсердий с высоким разрешением предсердной активации [26]. Картирующая пластина была изготовлена на заказ из силикона и состояла из трех частей, расположенных по правой свободной стенке, левой предсердной стенке, включая заднюю поверхность левого предсердия между легочными венами и переднюю поверхность ушка за аортой и легочной артерией. Пластинчатые электроды были смоделированы по слепкам трупных сердец и повторяли анатомию сердца, включая изгибы перикарда, охватывающие почти всю эпикардиальную поверхность предсердий. По поверхности пластины были равномерно распределены 253 электрода для регистрации униполярных (а иногда и биполярных) электрограмм (рис. 3).

T. Wu и соавт. для изучения характера активации предсердий использовали прямоугольные пластины размером 2,2×6 см, с расположенными на ней 112 биполярными электродами. Плас-

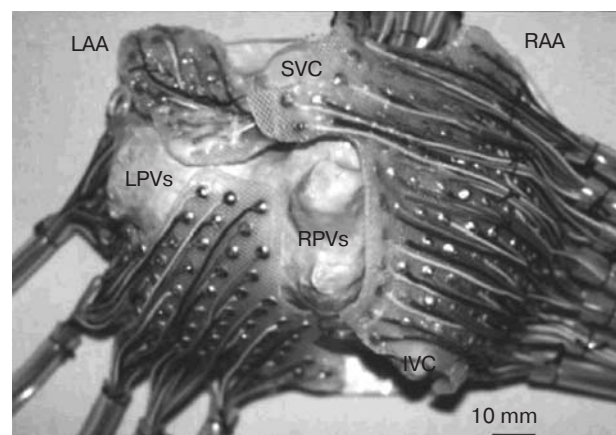


Рис. 3. Картирующие эпикардиальные пластины, расположенные на слепке трупного сердца, полностью закрывающие поверхность предсердий. По поверхности пластин равномерно распределены 253 униполярных электрода [26]; SVC — верхняя полая вена; IVC — нижняя полая вена; RAA — ушко правого предсердия; LAA — ушко левого предсердия; PV — легочный ствол

тины располагали биатриально, по задней стенке левого предсердия между легочными венами и по боковой стенке правого предсердия [31]. Высокая плотность электродов обеспечила возможность более подробно изучить характер активации в предсердиях с помощью спектрального анализа. Активация правого предсердия характеризовалась довольно широкими меняющимися фронтами возбуждения и участками блока проведения, тогда как в левом предсердии регистрировалась частая регулярная активация по типу фокусной, и чаще всего в области устьев легочных вен. Цикл ФП в правом предсердии был достоверно больше. Проведенный спектральный анализ показал, что спектр левого предсердия характеризовался одним четко выраженным пиком с высокой доминантной частотой, а в правом предсердии наблюдалось большое количество гармоник, доминантная частота была ниже. Авторы сделали вывод о том, что механизм ФП у обследованных пациентов был связан с высокочастотной активностью в области легочных вен, связки Маршалла и фибрилляторным проведением в правом предсердии.

Несколько позже J. Sahadevan и соавт. сообщили о результатах эпикардального картирования у 9 пациентов с хронической ФП во время коррекции пороков сердца и коронарного шунтирования [28]. Три пластины, содержащие в сумме 404 электрода, накладывались на свободную стенку правого предсердия, область пучка Бахмана, свободную и заднюю (между легочными венами) стенки левого предсердия. Авторами выполнялась регистрация биполярных электрограмм, далее проводился детальный спектральный анализ электрической активности (без построения активационных карт). Как уже упоминалось выше, доминантная частота и цикл ФП взаимосвязаны, кроме того, спектральный анализ позволяет оценивать степень и пространственно-временную организованность ФП. Проанализировав пространственную динамику частотной активности, авторы пришли к выводу о присутствии стабильного источника в частотно-временном аспекте, находящегося в области левых легочных вен и свободной стенки левого предсердия. В правом предсердии, вследствие невозможности проведения 1:1, наблюдались фрагментация фронта возбуждения и фибрилляторное проведение.

Заключение

Изобретение и развитие эпикардального картирования позволило сделать огромный шаг вперед в понимании механизма ФП у пациентов

с сопутствующей органической патологией сердца. Согласно сформулированной в 1959 г. G. Moe множественной микроволновой гипотезе, объясняющей происхождение и персистенцию ФП, она рассматривается как самоподдерживающаяся аритмия, не зависящая от источника, продуцирующего первоначальный импульс. Ключевым элементом этой гипотезы является раздробление в патологических условиях волны возбуждения, с разделением ее вокруг участков рефрактерной ткани и с формированием при этом дочерних циркулирующих волн микроориентри, которые характеризуются увеличением или уменьшением скорости проведения импульса по мере их циркуляции в участках миокарда, находящихся на различных стадиях восстановления возбудимости.

В своих исследованиях авторы применяли различные методики для эпикардального картирования с использованием картирующих пластин разных форм и модификаций. Применяемые способы анализа полученных данных варьировали от стандартного активационного картирования, определения длительности среднего цикла ФП в каждой точке, на заре внедрения эпикардального картирования до сложного картирования, с регистрацией фронтов возбуждения, спектрального картирования предсердий с отображением на трехмерной модели сердца, в последние десятилетия.

Как результат, все исследователи сошлись во мнении, что классическая теория механизма ФП, которую выдвинули G. Moe и M. A. Allesie, не является истинной. При изучении результатов картирования у пациентов с органической патологией сердца было выявлено наличие локальных фокусов аритмии, способных самостоятельно поддерживать ФП в предсердиях. На основании результатов интраоперационного картирования и накопленного опыта стало возможным не только создание операции «лабиринт». Некоторые исследователи на основании данных картирования успешно использовали попытки изолированного воздействия на артогенные зоны в сочетании с коррекцией клапанной патологии, что открывает в дальнейшем возможность эффективного использования эпикардального картирования при лечении сложных патологий сердца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аритмии сердца: механизмы, диагностика, лечение: в 3 т. / Под ред. В. Д. Мандела. — М.: Медицина, 1996.
2. *Безрезницкая, В. В.* Роль нарушений нейровегетативной регуляции сердечного ритма в формировании пароксизмальной тахикардии у детей и обоснование эффек-

- тивной терапии: автореф. дис. ... канд. мед. наук / В. В. Березнищкая. — М., 1993.
3. *Бокерия, Л. А.* Диагностические возможности поверхностного ЭКГ-картирования при аритмиях / Л. А. Бокерия, И. П. Полякова, А. Ш. Ревшвили и др. // Вестн. аритмологии. — 1995. — № 4. — С. 40.
 4. *Полякова, И. П.* Поверхностное картирование сердца у больных с синдромом Вольфа—Паркинсона—Уайта: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И. П. Полякова. — М., 1990.
 5. *Allessie, M. A.* Flutter and fibrillation in experimental models: what has been learned that can be applied to humans? / M. A. Allessie, W. J. E. P. Lammers, P. L. Rensma, F. I. M. Bonke // *Cardiac arrhythmias: where to go from here*; eds. P. Brugada, H. J. J. Wellens. — Mount Kisco, N. Y.: Futura Publishing Company, Inc., 1987. — P. 67–82.
 6. *Byrum, C. J.* Wolff–Parkinson–White syndrome and supraventricular tachycardia presenting in infancy: a multicenter investigation / C. J. Byrum, R. E. Kavey, B. J. Deal // *Proceedings of the Second World Congress of Pediatric Cardiology*. — N. Y., 1985.
 7. *Cox, J. L.* Intraoperative computerized mapping technologies: do they help us to treat our patients better surgically? / J. L. Cox // *Cardiac arrhythmias: where to go from here*; eds. P. Brugada, H. J. J. Wellens. — Mount Kisco, N. Y.: Futura Publishing Company, Inc., 1987.
 8. *Cox, J. L.* The surgical treatment of atrial fibrillation. II. Intraoperative electrophysiologic mapping and description of the electrophysiologic basis of atrial flutter and atrial fibrillation / J. L. Cox, T. E. Canavan, R. B. Schuessler et al. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 1991. — Vol. 101. — P. 406–426.
 9. *Deal, B. J.* Current concepts in diagnosis and management of arrhythmias in infants and children / B. J. Deal, G. Wolff, H. Gelband. — N. Y.: Futura Publishing, 1998.
 10. *Deal, B. J.* Wolff–Parkinson–White syndrome and supraventricular tachycardia during infancy: management and follow-up / B. J. Deal, J. F. Keane, P. C. Gillette et al. // *JACC*. — 1985. — Vol. 5. — P. 130–135.
 11. *Giorgi, C.* Body surface isopotential mapping of the entire QRST complex in the Wolff–Parkinson–White syndrome. Correlation with the location of the accessory pathway / C. Giorgi, R. Nadeau, P. Savard et al. // *Am. Heart J.* — 1991. — Vol. 121, № 5. — P. 1445–1453.
 12. *Giorgi, C.* Comparative accuracy of the vectorcardiogram and electrocardiogram in the localization of the accessory pathway in the patients with Wolff–Parkinson–White syndrome: validation of a new vectorcardiographic algorithm by intraoperative epicardial mapping and electrophysiologic studies / C. Giorgi, R. Nadeau, R. Primeau et al. // *Am. Heart J.* — 1990. — Vol. 112, № 3. — P. 592–598.
 13. *Go, A. S.* Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the Anticoagulation and Risk Factors in Atrial Fibrillation (ATRIA) Study / A. S. Go, E. M. Hylek, K. A. Phillips et al. // *JAMA*. — 2001. — Vol. 285. — P. 2370–2375.
 14. *Harada, A.* Atrial activation during chronic atrial fibrillation in patients with isolated mitral valve disease / A. Harada, K. Sasaki, T. Fukushima et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 1996. — Vol. 61. — P. 104–112.
 15. *Harada, A.* Intraoperative map guided operation for atrial fibrillation due to mitral valve disease / A. Harada, T. Konishi, M. Fukata et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2000. — Vol. 69. — P. 446–450.
 16. *Heeringa, J.* Prevalence, incidence and lifetime risk of atrial fibrillation: the Rotterdam study / J. Heeringa, D. A. van der Kuip, A. Hofman et al. // *Eur. Heart J.* — 2006. — Vol. 27. — P. 949–953.
 17. *Iwa, T.* Experimental and clinical study of the preexcitation syndrome. // T. Iwa, T. Misaki, T. Magara / *Japan. Circulat. J.* — 1981. — Vol. 45, № 4. — P. 483–490, 496.
 18. *Kirchhof, P.* Outcomes parameters for trials in atrial fibrillation: executive summary Recommendation from a consensus conference organized by the German Atrial Fibrillation Competence Network (AFNET) and the European Heart Rhythm Association (EHRA) / P. Kirchhof, A. Auricchio, J. Bax et al. // *Eur. Heart St. J.* — 2007. — Vol. 28. — P. 2803–2817.
 19. *Konings, K. T. S.* Configuration of unipolar atrial electrograms during electrically induced atrial fibrillation / K. T. S. Konings, J. L. R. M. Smeets, O. C. Penn et al. // *Circulation*. — 1997. — Vol. 95. — P. 1231–1241.
 20. *Kumagai, K.* Simultaneous multisite mapping studies during induced atrial fibrillation in the sterile pericarditis model: insights into the mechanism of its maintenance / K. Kumagai, C. Khrestian, A. L. Waldo // *Circulation*. — 1997. — Vol. 95. — P. 511–521.
 21. *Lip, G. Y.* A survey of atrial fibrillation in general practice: the West Birmingham Atrial Fibrillation Project / G. Y. Lip, D. J. Golding, M. Nazir et al. // *Br. J. Gen. Pract.* — 1997. — Vol. 47. — P. 285–289.
 22. *Lloyd-Jones, D. M.* Lifetime risk for development of atrial fibrillation: the Framingham Heart Study / D. M. Lloyd-Jones, T. J. Wang, E. P. Leip et al. // *Circulation*. — 2004. — Vol. 110. — P. 1042–1046.
 23. *Miyasaka, Y.* Secular trends in incidence of atrial fibrillation in Olmsted County, Minnesota, 1980 to 2000, and implications on the projections for future prevalence / Y. Miyasaka, M. E. Barnes, B. J. Gersh et al. // *Circulation*. — 2006. — Vol. 114. — P. 119–125.
 24. *Naccarelli G. V.* Increasing prevalence of atrial fibrillation and flutter in the United States / G. V. Naccarelli, H. Varker, J. Lin, K. L. Schulman // *Am. J. Cardiol.* — 2009. — Vol. 104. — P. 1534–1539.
 25. *Nitta, T.* Concurrent multiple left atrial focal activations with fibrillatory conduction and right atrial focal or reentrant activation as the mechanism in atrial fibrillation / T. Nitta, Y. Ishii, Y. Miyagi et al. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 2004. — Vol. 127. — P. 770–778.
 26. *Nitta, T.* Map-guided surgery for atrial fibrillation / T. Nitta, H. Ohmori, S. Sakamoto et al. // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* — 2005. — Vol. 129. — P. 291–299.
 27. *Orejarena, L. A.* Paroxysmal supraventricular tachycardia in the general population / L. A. Orejarena, H. Vidaillet, F. DeStefano et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 1998. — Vol. 31. — P. 150–157.
 28. *Sahadevan, J.* Epicardial mapping of chronic atrial fibrillation in patients: preliminary observations / J. Sahadevan, K. Ryu, L. Peltz et al. // *Circulation*. — 2004. — Vol. 110. — P. 3293–3299.
 29. *Stewart, S.* Population prevalence, incidence, and predictors of atrial fibrillation in the Renfrew / S. Stewart, C. L. Hart, D. J. Hole, J. J. McMurray // *Paisley study. Heart*. — 2001. — Vol. 86. — P. 516–521.
 30. *Taccardi, B.* Distribution of heart potentials on the thoracic surface of normal human subjects / B. Taccardi // *Circ. Res.* — 1963. — Vol. 12. — P. 341–352.
 31. *Wu, T. J.* Simultaneous biatrial computerized mapping during permanent atrial fibrillation in patients with organic heart disease / T. J. Wu, R. N. Doshi, H. L. A. Huang et al. // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* — 2002. — Vol. 13. — P. 571–577.
 32. *Yamada, K.* Body surface isopotential mapping in Wolff–Parkinson–White syndrome: noninvasive method to determine the localization of the accessory atrioventricular pathway / K. Yamada, J. Toyama, M. Wada et al. // *Am. Heart J.* — 1975. — Vol. 90. — P. 721–734.
 33. *Yamauchi, S.* Efficacy of intraoperative mapping to optimize the surgical ablation of atrial fibrillation in cardiac surgery / S. Yamauchi, H. Ogasawara, Y. Saji et al. // *Ann. Thorac. Surg.* — 2002. — Vol. 74. — P. 450–457.

Поступила 21.03.2012