

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯЛ.А.Бокерия, А.Ш.Ревитшвили, В.В.Калинин,
О.С.Ляджина, Е.А.Фетисова, Г.Ю.Симомян**НЕИНВАЗИВНОЕ ЭНДОКАРДИАЛЬНОЕ КАРТИРОВАНИЕ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА
НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ**

НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, Москва

С целью проверки точности реконструкции эпикардиальных и эндокардиальных потенциалов на основе эпи-эндокардиального картирования обследовано 14 пациентов с синдромом WPW и желудочковой экстрасистолией.

Ключевые слова: электрофизиологическое исследование сердца, эндокардиальное картирование, обратная задача электрокардиографии, синдром WPW, эктопическая желудочковая экстрасистолия.

To check the accuracy of reconstruction of epicardial and endocardial potentials using simultaneous epi- and endocardial mapping, 14 patients with the manifesting WPW syndrome and ventricular extrasystoles were examined.

Key words: cardiac electrophysiological study, endocardial mapping, reverse problem of electrocardiography, WPW syndrome, ectopic ventricular extrasystoles.

В связи с развитием интервенционных и хирургических методов лечения нарушений сердечного ритма большое значение имеет совершенствование методов электрофизиологического (ЭФ) исследования (ЭФИ) сердца. Прогресс в этой области связан с двумя направлениями: развитие техники инвазивного ЭФИ сердца и разработка неинвазивных методов ЭФИ на основе вычислительной реконструкции ЭФ процессов сердца по данным электрокардиографических (ЭКГ) измерений. Среди методик обоих направлений большое значение приобретает ЭФИ сердца на основе решения так называемой обратной задачи ЭКГ.

Данная задача имеет два варианта постановки [1]. В первом варианте требуется реконструировать потенциал электрического поля на эндокардиальной поверхности камеры сердца на основе регистрации набора электрограмм (ЭГ) на поверхности баллонного катетера, введенного в камеру сердца [2] (см. рис. 1а). Решение этой задачи составляет основу методики бесконтактного эндокардиального картирования (Ensite). Преимущества такого метода картирования заключаются в одновременной реконструкции ЭГ во множестве точек эндокардиальной поверхности камеры сердца [3, 4]. Это позволяет провести активационное картирование при редко повторяющихся и аперiodических ЭФ процессах (редкая экстрасистолия, фибрилляция предсердий и др.)

Во втором варианте постановки обратной задачи ЭКГ требуется реконструировать потенциал электрического поля сердца на эпикардиальной поверхности сердца на основе ЭКГ измерений на поверхности грудной клетки [1, 6-9] (см. рис. 1б). Решение этой задачи позволяет неинвазивным путем восстановить ЭГ на эпикардиальной поверхности сердца и провести построение эпикардиальных активационных карт. Важное преимущество этого подхода - неинвазивный характер ЭФИ, недостатком же является возможность проведения только эпикардиального картирования, в то время как картирование на эндокарде зачастую несет более ценную ЭФ информацию.

Таким образом, на сегодняшний день для осуществления бесконтактного эндокардиального картирова-

ния за один сердечный цикл необходимо проведение интервенционной процедуры - введения баллонного катетера в камеру сердца, а неинвазивным путем возможно лишь осуществление эпикардиального картирования. Авторами разработана новая неинвазивная методика одновременного проведения картирования на эпикарде и эндокарде на основе ЭКГ измерений на поверхности грудной клетки (см. рис. 1в). В настоящей работе впервые представляются результаты одновременного эндо-эпикардиального картирования у пациентов с различными нарушениями сердечного ритма.

Обе методики - бесконтактное эндокардиальное картирование (Ensite) и неинвазивное эпикардиальное картирование основаны на гармоническом продолжении потенциала электрического поля от поверхности, на которой проводятся ЭКГ измерения (поверхность тела или поверхность баллонного катетера) до эпикардиальной или эндокардиальной поверхности сердца. С математической точки зрения задача электрического продолжения электрического потенциала сводится к задаче Коши для уравнения Лапласа: требуется найти в $\bar{\Omega}$ функцию, такую, что:

$$\Delta u(x) = 0, x \in \Omega, \quad (1)$$

$$u(x) = f(x) \quad x \in S_1, \quad (2)$$

$$\frac{\partial u(x)}{\partial n} = 0, x \in S_1. \quad (3)$$

Здесь использованы следующие обозначения: $x = (x_1, x_2, x_3) \in R^3$ - точка в трехмерном евклидовом пространстве с декартовыми координатами x_1, x_2, x_3 , $\Omega \subset R^3$ - область пространства, ограниченная внутренней поверхностью камеры сердца и поверхностью баллонного катетера или же область, ограниченная эпикардиальной поверхностью сердца и замкнутой поверхностью грудной клетки, $\bar{\Omega}$ - ее замыкание (область Ω плюс ее граница), S_1 - поверхность, где производятся электрокардиографические измерения, $u(x)$ - потенциал электрического поля сердца, Δ - оператор Лапласа в R^3 :

$$\Delta u(x) \equiv \frac{\partial^2 u(x)}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u(x)}{\partial x_2^2} + \frac{\partial^2 u(x)}{\partial x_3^2}, f(x)$$

- известный в результате ЭКГ измерений потенциал электрического поля на поверхности S_1 ,

$\frac{\partial u(x)}{\partial n}$ - нормальная производная потенциала электрического поля.

Уравнение (1) подразумевает, что в области Ω , ограниченной поверхностью, на которой производятся ЭКГ измерения, и поверхностью сердца, на которой осуществляется реконструкция потенциала, первичные источники электрического поля отсутствуют. Граничное условие (3) выражает факт отсутствия электрического тока через поверхность баллонного катетера или через кожные покровы грудной клетки, окруженной диэлектрической средой - воздухом (током через измерительные электроды пренебрегают).

Доказано, что при достаточно гладких границах области Ω классическое решение задачи Коши для уравнения Лапласа единственно (см. [10] и цитируемую там литературу). Обратим внимание на то, что, если в области Ω присутствуют источники электрического поля, то вместо уравнения (1) потенциал электрического поля будет удовлетворять уравнению Пуассона: $\Delta u(x) = 4\pi q(x)$ $x \in \Omega$, где $q(x)$ - объемная плотность источников электрического поля. В этом случае решить однозначно задачу (1)-(3), не зная объемную плотность источников, невозможно.

Условию отсутствия источников электрического поля для всех моментов времени кардиоцикла заведомо удовлетворяют точки, лежащие вне эпикардиальной поверхности предсердий и желудочков. Поэтому восстановление эпикардиального потенциала предсердий и желудочков возможно для любого момента времени сердечного цикла.

Что будет, если в качестве поверхности, на которой реконструируется потенциал, взять замкнутую поверхность, ограничивающую только миокард желудочков? При этом миокард предсердий попадет в область Ω , в которой предполагается отсутствие первичных источников электрического поля. Источники будут отсутствовать в тот период кардиоцикла, когда клетки миокарда предсердий находятся в покое или в фазе «плато» потенциала действия. В этом случае возможна реконструкция потенциала электрического поля на замкнутой поверхности, ограничивающей миокард желудочков, т.е. на эпикардиальной поверхности правого и левого желудочка, а также на эндокардиальной поверхности свободных стенок правого и левого желудочка и межжелудочковой перегородки.

Аналогичным образом, одновременная реконструкция потенциала на эпикарде поверхности предсердий, эндокарде поверхности предсердий и межпредсердной перегородки возможна только в те моменты кардиоцикла, в которых электрическая активность желудочков отсутствует.

Рассмотрим характер соотношения предсердной и желудочковой активности при синусовом ритме и некоторых сердечных аритмиях. При синусовом ритме с нормальным атриовентрикулярным (АВ) проведением конечная часть предсердного комплекса - зубец реполяризации предсердий T_a совпадает с начальной частью желудочкового комплекса QRS. Таким образом, предсердные и желудочковые сигналы перекрываются приблизительно на сегменте QR. Восстановление потен-

циала на эндокарде и эпикарде предсердий возможно только для фазы деполяризации предсердий (зубец P). Восстановлению потенциала на эндокарде и эпикарде желудочков в начале комплекса QRS будет мешать сигнал реполяризации предсердий T_a .

При замедлении АВ проводимости или АВ диссоциации имеет место ситуация, когда предсердные и желудочковые сигналы не перекрываются во времени (см. рис. 2.) Здесь возможно одновременное восстановление эпикардиального и эндокардиального потенциала предсердий и желудочков без ограничений.

В случае предсердной экстрасистолии восстановление потенциала на эндокарде и эпикарде предсердий возможно, если предсердный комплекс не совпадает с желудочковым. В случае предсердных экстрасистол «Р на Т» восстановление потенциала на эндокарде предсердий невозможно из-за одновременного присутствия сигнала реполяризации желудочков с относительно высокой амплитудой.

Аналогичная ситуация имеет место и при желудочковых экстрасистолах. Одновременное восстановление потенциала на эндокарде и эпикарде желудочков возможно без ограничений, если экстрасистолический комплекс не накладывается на зубец Т предшествующего комплекса QRS и во время экстрасистолического комплекса отсутствуют синусовые или ретроградные предсердные зубцы Р. Подобный анализ можно провести и для других нарушений сердечного ритма, и выявить временные интервалы, на которых возможна реконструкция эндокардиальных потенциалов предсердий и желудочков.

Ситуацию с восстановлением эндокардиальных потенциалов можно улучшить, применив метод субтракционной фильтрации ЭКГ. Метод заключается в разделении предсердного и желудочкового сигналов путем вычитания из ЭКГ-комплекса, в котором присутствуют оба сигнала, ЭКГ-комплекса, свободного от сигнала одного из отделов сердца. Применение метода субтракционной фильтрации при предсердной экстрасистоле «Р на Т» схематично представлено на рис. 3.

В НИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева РАМН при участии авторов статьи разработан программно-аппаратный комплекс «Амикард», предназначенный для неинвазивного ЭФИ сердца на основе решения обратной задачи ЭКГ [11]. Возможности новой версии программного

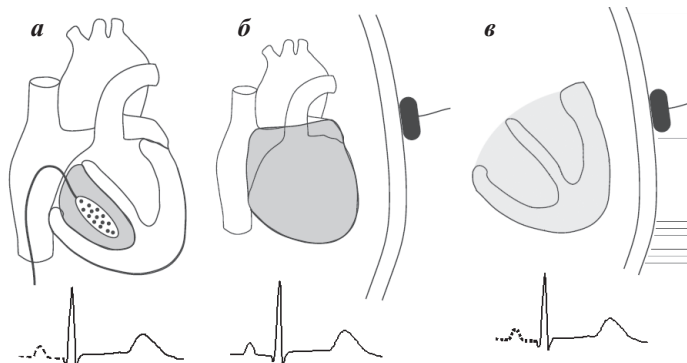


Рис. 1. Три варианта постановки обратной задачи электрокардиографии в терминах потенциалов (по R.S.MacLeod, D.H. Brooks (1998) [1] с изменениями). Объяснения в тексте.

обеспечения комплекса позволяют проводить реконструкцию потенциала электрического поля сердца на эпикардиальной поверхности сердца, а также, с учетом изложенных выше ограничений, и на эндокардиальной поверхности предсердий и желудочков.

Цель исследования - проверка точности реконструкции эпикардиальных потенциалов при их совместной реконструкции с эндокардиальными потенциалами, верификация точности топической диагностики некоторых сердечных аритмий на основе одновременного эпи-эндокардиального картирования в сравнении с эпикардиальным картированием.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследовано 14 пациентов (5 мужчин, 9 женщин в возрасте от 23 до 52 лет), госпитализированных в период с января 2008 по июнь 2009 года в отделение хирургического лечения тахикардий НЦ ССХ им. АН. Бакулева. У 6 пациентов отмечался манифестирующий WPW- синдром, у 8 пациентов - частая желудочковая экстрасистолия. Всем пациентам проводилась неинвазивное ЭФИ сердца при помощи программно-аппаратного комплекса «Амикард». Исследование проводилось по следующей методике.

Синхронно регистрировали ЭКГ в 240 однополюсных отведениях с поверхности грудной клетки и 6 стандартных отведений от конечностей. Для картирования использовались одноразовые наклеивающиеся электроды. После выполнения поверхностного

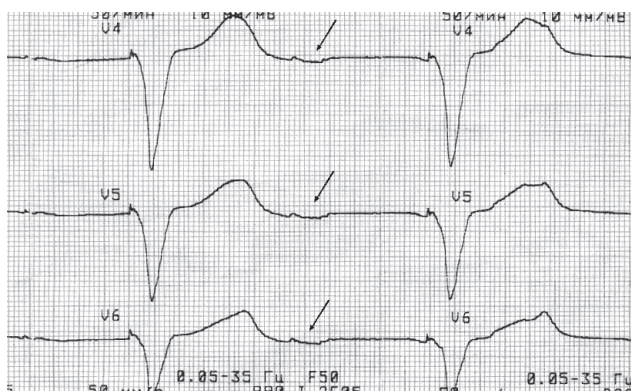


Рис. 2. Зубец реполяризации предсердий (указан стрелками) при желудочковой стимуляции в режиме VVI.

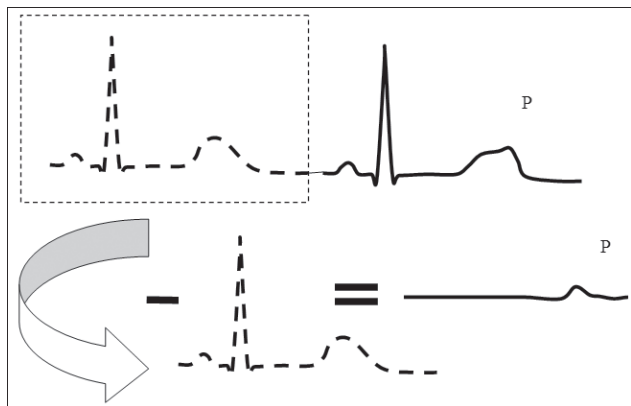


Рис. 3. Принцип метода субтракционной фильтрации ЭКГ.

картирования, не снимая электродов с поверхности грудной клетки, проводилась компьютерная томография сердца в режиме ЭКГ-синхронизации с внутривенным контрастированием. Полученные результаты обрабатывались при помощи программного обеспечения комплекса.

Обработка включала спектральную фильтрацию сигнала от мышечных и сетевых наводок и дрейфа изолинии. Далее из всей записи выделялись интересные желудочковые ЭКГ-комплексы таким образом, чтобы в выделенном фрагменте отсутствовал предсердный зубец Р. У двух пациентов с ранней желудочковой экстрасистолией, когда экстрасистолический желудочковый комплекс наслаивался на конечную часть предыдущего желудочкового комплекса, проводилась описанная выше субтракционная фильтрация ЭКГ.

Далее в автоматическом режиме по томографическим данным проводилось определение координат регистрирующих электродов на поверхности грудной клетки. В полуавтоматическом режиме по томографическим данным генерировались реалистичные полигональные модели желудочков сердца. После этого для выбранного фрагмента ЭКГ проводился расчет по двум методикам: расчет потенциала электрического поля только на эпикардиальной поверхности сердца и расчет потенциала электрического поля одновременно на эпикардиальной и эндокардиальной поверхности желудочков. По данным реконструированного потенциала восстанавливались эпикардиальные ЭГ в узлах триангуляционной сетки, и проводилось построение эпикардиальных и эндокардиальных изопотенциальных и изохронных карт. На основе анализа полученных данных определялись зоны ранней активации миокарда, соответствующие проекциям на эндокард и эпикард эктопических источников или локализации дополнительных предсердно-желудочковых соединений. Теоретические основы алгоритмов расчета изложены в работах [12-14].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У всех пациентов были восстановлены эпикардиальные и эндокардиальные ЭГ, построены изопотенциальные и изохронные карты на эпикарде и эндокарде желудочков и межжелудочковой перегородке. Реконструированные эндокардиальные ЭГ и эпикардиальные ЭГ в области коронарного синуса достаточно хорошо совпадали с ЭГ, зарегистрированными при инвазивном ЭФИ сердца. Сравнение эпикардиальных ЭГ и эпикардиальных изопотенциальных карт, полученных при расчете только для эпикарда и при одновременном эндо-эпикардиальном расчете выявило их практически полное совпадение. Среднеквадратичная разность эпикардиальных потенциалов, рассчитанная по двум методикам за время кардиоцикла, составляла от 4% до 7%.

В 5 случаях у пациентов с экстрасистолией (при выборе для расчета синусовых комплексов) и в 4 случаях при синдроме WPW на эпикардиальных ЭГ, полученных одновременно с эндокардиальными ЭГ, методами автокорреляционного анализа удалось выявить низкоамплитудный сигнал в начальной части желудоч-

кового комплекса, отсутствовавший на ЭГ при только эпикардиальной реконструкции. Этот сигнал наблюдался в интервале от 100-110 до 180-200 мс от начала зубца Р во II стандартном отведении и выявлялся лишь на ЭГ в базальных областях миокарда желудочков. Его амплитуда не превышала 3-5% от амплитуды желудочкового комплекса.

Мы идентифицировали эту волну как артефакт, возникающий вследствие наличия электрического поля реполяризации предсердий. Вероятно, он присутствовал в синусовых комплексах у всех пациентов, но в 6 случаях отчетливо не наблюдался из-за низкой амплитуды. Полученные результаты показывают, что артефакт реполяризации предсердий не оказывает существенного влияния на точность реконструкции эпиэндокардиальных желудочковых ЭГ. Одновременная реконструкция эпи-эндокардиальных желудочковых ЭГ может успешно осуществляться для комплекса QRS при синусовом ритме.

У всех пациентов были восстановлены эпикардиальные и эндокардиальные ЭГ, построены изопотенциальные и изохронные карты на эпикарде и эндокарде желудочков и межжелудочковой перегородке. Реконструированные эндокардиальные ЭГ и эпикардиальные ЭГ в области коронарного синуса достаточно хорошо совпадали с ЭГ, зарегистрированными при инвазивном ЭФИ сердца. По результатам неинвазивного эпи-эндокардиального картирования у пациентов WPW-синдромом выявлена следующая локализация дополнительных предсердно-желудочковых соединений: у 2 пациентов - левый задне-нижний, у 3 пациентов - правый нижний парасептальный, у 1 пациента - левый нижний парасептальный. Локализация, установленная методом вычислительного картирования, совпала с результатами ЭФИ во всех случаях. Радиочастотная абляция была эффективна в 100% (исчезновение дельта-волны на ЭКГ, отрицательные результаты при попытке индукции ортодромной АВ-тахикардии при чреспищеводной стимуляции в послеоперационном периоде).

У пациентов с желудочковой экстрасистолией по данным неинвазивного эпи-эндокардиального картирования локализация эктопического фокуса была следующей. У 2 пациентов - в передне-перегородочной области выводного отдела правого желудочка, у 1 пациента в области передней стенки выводного отдела правого желудочка под клапаном легочной артерии, у двух пациентов - в области межжелудочковой перегородки справа. У 2 пациентов эктопические источники располагались в выводном отделе левого желудочка: в области проекции левого синуса Вальсальвы и в области проекции некоронарного синуса Вальсальвы. Локализация, установленная методом вычислительного

картирования, также совпала с результатами инвазивного ЭФИ во всех случаях. Радиочастотная абляция в одном случае не проводилась в связи близостью аритмогенного фокуса к коронарной артерии. В остальных случаях радиочастотная абляция была успешной (исчезновение или резкое уменьшение числа монополюсных желудочковых экстрасистол данной морфологии при холтеровском мониторировании в послеоперационном периоде).

У двух пациентов с желудочковой экстрасистолией неинвазивное эндокардиальное картирование позволило точно определить локализацию эктопического источника в межжелудочковой перегородке. При использовании ранней методики эпикардиального картирования о наличии аритмогенного фокуса в межжелудочковой перегородке можно было судить только по косвенным признакам.

Сравнительный анализ эпикардиальных и эндокардиальных изохронных карт показал, что при субэндокардиальной локализации как эктопических источников, так и дополнительных предсердно-желудочковых соединений, область ранней активации на эпикарде значительно шире, чем на эндокарде. Напротив, при субэпикардиальной локализации аритмогенных структур область ранней активации будет шире на эндокардиальных картах. Поскольку заранее глубина залегания источника аритмии неизвестна, для точной топической диагностики необходимо анализировать как эпикардиальные и эндокардиальные карты. Путем сравнения времени ранней активации на эпикарде и эндокарде можно определить глубину залегания аритмогенных структур. Чем больше эндокардиальные монополярная ЭГ или биполярный спайк опережают соответствующие эпикардиальные ЭГ, тем ближе аритмогенный источник расположен ближе к эндокарду (см. рис. 4 на цветной вклейке).

ВЫВОДЫ

1. По данным поверхностного картирования ЭКГ возможно восстановление электрограмм, изопотенциальных и изохронных карт не только на эпикардиальной поверхности сердца, но и при определенных ограничениях на эндокарде предсердий и желудочков.
2. Для целей топической диагностики при WPW-синдроме и эктопической экстрасистолии одновременное эпи-эндокардиальное картирование имеет ряд преимуществ перед только эпикардиальным картированием: позволяет более точно найти локализацию аритмогенных структур при субэндокардиальном их расположении, выявить местоположение эктопического источника в межжелудочковой перегородке, определить глубину залегания эктопического источника по отношению к эпикарду и эндокарду.

ЛИТЕРАТУРА

1. MacLeod R.S., Brooks D. H. Recent progress in inverse problem in electrocardiology // IEEE Eng. in Med. Bio. Mag. -1998.- V.17; №1.- P.78-83.
2. Voth E. J. The inverse problem of electrocardiography: industrial solutions and simulations // JBEM.- 2005.- V. 7; No. 2.- P.191-194.
3. Asirvatham S., Packer D.L. Validation of non-contact mapping to localize the site of simulated pulmonary vein ectopic foci // Circulation.- 2000.-V.102.- P. 441-446 .
4. Endocardial mapping of atrial fibrillation in the human right atrium using a non-contact catheter / Schilling R.J., Kadish A.H., Peters N.S. et al. // European Heart Journal.-

- 2000.- V.21.- P. 550-564.
5. Franzone P.C., Taccardi B., Viganotti C. An approach to inverse calculation of epicardial potentials from body surface maps. // *Adv. Cardiol.*-1978. - V.21. - P.50-54.
6. Шакин В. В. Вычислительная электрокардиография.- М.: Наука, 1981.- 168 с.
7. Rudy Y., Messinger-Rapport B.J. The inverse problem in electrocardiography: Solutions in terms of epicardial potentials // *CRC Crit. Rev. Biomed. Eng.* - 1988.- V.16.-P. 216-268.
8. F. Greensite and G. Huiskamp An improved method for estimating epicardial potentials from the body surface // *IEEE Trans. Biomed. Eng.*-1998.- V.45.- №98. - P.104-110.
9. Electrocardiographic Imaging (ECGI): A Noninvasive Imaging Modality for Cardiac Electrophysiology and Arrhythmia / Ramanathan, C., Ghanem, R.N., Jia P. et al. // *Nature Medicine.*- 2004.- V.10.- P.422-428.
10. Chao D. Ch., Lesnic D. The Cauchy problem for Laplace's equation via conjugate gradient method // *IMA Journal of Applied Mathematics.*- 2000. - V. 65.- P.199-217.
11. Бокерия Л.А., Ревишвили А.Ш., Калинин А.В. и др. Программно-аппаратный комплекс для неинвазивного электрофизиологического исследования сердца на основе решения обратной задачи электрокардиографии // *Медицинская техника.*- 2008.- №6.- С.1-7.
12. Применение метода регуляризации Тихонова для решения обратной задачи электрокардиографии / А.М. Денисов, Е.В. Захаров, А.В. Калинин, В.В. Калинин // *Вестник МГУ. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика.*- 2008.-№ 2.-С. 5-10.
13. Численные методы решения некоторых обратных задач электрофизиологии сердца /А.М. Денисов, Е.В. Захаров, А.В. Калинин, В.В. Калинин // *Дифференциальные уравнения.*-2009.- Т.45; №7.- С.1014-1022.
14. Численное решение обратной задачи электрокардиографии для среды с кусочно-постоянным коэффициентом электропроводности /А.М.Денисов, Е.В.Захаров, А.В.Калинин, В.В.Калинин // *ЖВМ и МВ.*- 2009.- (в печати).

НЕИНВАЗИВНОЕ ЭНДОКАРДИАЛЬНОЕ КАРТИРОВАНИЕ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ

Л.А.Бокерия, А.Ш.Ревишвили, В.В.Калинин, О.С.Ляджина, Е.А.Фетисова, Г.Ю.Симонян

С целью проверки точности реконструкции эпикардиальных потенциалов при их совместной реконструкции с эндокардиальными потенциалами, верификации точности топической диагностики некоторых сердечных аритмий на основе одновременного эпи-эндокардиального картирования обследовано 14 пациентов (5 мужчин, 9 женщин в возрасте от 23 до 52 лет). У 6 пациентов отмечался манифестирующий WPW- синдром, у 8 пациентов - частая желудочковая экстрасистолия. Всем пациентам синхронно регистрировали ЭКГ в 240 однополюсных отведениях с поверхности грудной клетки, проводили компьютерную томографию сердца. На основе анализа полученных данных определялись зоны ранней активации миокарда, соответствующие проекциям на эндокард и эпикард эктопических источников или локализации дополнительных предсердно-желудочковых соединений.

Выполненное исследование продемонстрировало, что по данным поверхностного картирования ЭКГ возможно восстановление электрограмм, изопотенциальных и изохронных карт не только на эпикардиальной поверхности сердца, но и при определенных ограничениях на эндокарде предсердий и желудочков. Для целей топической диагностики при WPW-синдроме и эктопической экстрасистолии одновременное эпи-эндокардиальное картирование имеет ряд преимуществ перед только эпикардиальным картированием: позволяет более точно найти локализацию аритмогенных структур, выявить местоположение эктопического источника в межжелудочковой перегородке, определить глубину залегания эктопического источника по отношению к эпикарду и эндокарду.

NON-INVASIVE ENDOCARDIAL MAPPING OF VENTRICLES ON THE BASIS OF SOLUTION OF REVERSE PROBLEM OF ELECTROCARDIOGRAPHY

L.A. Bokeriya, A.Sh. Revishvili, V.V. Kalinin, O.S. Lyadzhina, E.A. Fetisova, G.Yu. Simonyan

To check the accuracy of reconstruction of epicardial potentials reconstructed simultaneously with endocardial ones and to verify accuracy of topical diagnostics of some cardiac arrhythmias using simultaneous epi- and endocardial mapping, 14 patients (5 men and 9 women) aged 23 52 years were examined. Six patients had the manifesting WPW syndrome and eight ones, frequent ventricular extrasystoles. ECG synchronously recorded in 240 unipolar surface chest leads and computed tomography of heart were performed in all study subjects. On the basis of the data obtained, areas of early myocardial activation were determined, which corresponded to the projections of ectopic foci onto both the endocardium and epicardium or to the location of accessory atrio-ventricular pathways.

The study showed that, according to the surface ECG mapping, reconstruction of electrograms as well as isopotential and isochronous maps can be done not only on the epicardial surface of the heart, but also, with limitations, on the atrial and ventricular endocardium. For the purpose of topical diagnostics in patients with the Wolff Parkinson White syndrome and ectopic extrasystoles, simultaneous epi- and endocardial mapping is more beneficial than the epicardial mapping only. The simultaneous epi- and endocardial mapping permits one to locate arrhythmogenic structures more precisely, to locate an ectopic focus in the inter-ventricular septum, and to determine the depth of location of ectopic focus with regard to the epicardium and endocardium.