

Информативность некоторых современных методов диагностики ишемической болезни сердца

 А.В. Струтынский, А.Б. Глазунов, А.П. Баранов, Е.В. Цыганков

*Кафедра преподавания внутренних болезней
Лечебного факультета РГМУ*

К числу наиболее распространенных современных методов диагностики ишемической болезни сердца (ИБС) можно отнести:

- коронароангиографию (КАГ);
- нагрузочную сцинтиграфию миокарда с таллием-201 (^{201}Tl);
- функциональные нагрузочные тесты (велоэргометрия и дипиридамоловая проба);
- суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру;
- стресс-эхокардиографию;
- динамическое многополюсное ЭКГ-картирование во время нагрузочного теста и др.

Поскольку диагностическое значение каждого из этих методов неодинаково, а стоимость их проведения сравнительно высока, необходимо представлять сравнительную информативность каждого диагностического теста, что и стало целью настоящего сообщения. Приведенные ниже данные основаны на длительном изучении информативности этих методов у 90 больных ИБС, диагноз которой верифицирован с помощью КАГ и сцинтиграфии миокарда с ^{201}Tl , а также у 56 пациентов контрольной группы (без ИБС).

Селективная коронароангиография

Селективная КАГ является одним из наиболее достоверных методов диагностики ИБС. Она позволяет определить характер, локализацию и степень атеросклеротического сужения коронарных артерий (КА), протяженность патологического процесса и состояние коллатерального кровообра-

щения. Полученные при КАГ данные особенно важны при выборе метода хирургической коррекции обструктивных поражений КА.

При анализе коронарограмм, как известно, оценивают несколько признаков, достаточно полно характеризующих изменения коронарного русла при ИБС:

- анатомический тип кровоснабжения сердца (правый, левый, сбалансированный);
- локализацию поражений (правая КА, левая КА и их ветви);
- распространенность поражения (локализованная или диффузная форма);
- степень сужения просвета;
- степень развития коллатерального кровообращения.

Селективная КАГ является основным верифицирующим методом диагностики ИБС, но, несмотря на высокую чувствительность и специфичность метода, в некоторых случаях у больных с типичной клинической картиной ИБС при проведении КАГ поражение КА не выявляется вообще. В этих случаях, как правило, речь идет о так называемой микроваскулярной форме стенокардии ("синдром Х"). На долю "синдрома Х" приходится 10–15% всех случаев верифицированной ИБС.

Сцинтиграфия миокарда с ^{201}Tl

Сцинтиграфия миокарда с ^{201}Tl используется для выявления локальных нарушений коронарного кровотока у больных ИБС. Метод основан на способности ин-

тактного миокарда активно накапливать ^{201}Tl . При нормальном коронарном кровоснабжении около 85–90% введенного внутривенно таллия захватывается миокардом. При нарушении коронарного кровотока у больных ИБС уровень экстракции этого вещества в бассейне стенозированной КА заметно снижается. Возможности метода в топической диагностике нарушений коронарного кровотока у больных ИБС существенно расширяются при регистрации скинтиграмм на высоте пробы с дозированной физической нагрузкой или во время дипиридамолового теста.

Выполнение скинтиграфии миокарда с ^{201}Tl наиболее показано больным ИБС с атипичным болевым синдромом и малоинформативной ЭКГ при проведении функциональных нагрузочных тестов (отрицательная или сомнительная проба, блокада ножек пучка Гиса, выраженная гипертрофия миокарда и т.п.). Метод позволяет диагностировать ИБС при малоизмененных коронароангиограммах, например, при «синдроме Х». Чувствительность и специфичность нагрузочной скинтиграфии миокарда с ^{201}Tl достигает 90–93%.

Функциональные нагрузочные тесты

Проба с дозированной физической нагрузкой

Проба с дозированной физической нагрузкой (велозонометрия или тредмил-тест) применяется как с целью диагностики ИБС (выявление клинических и электрокардиографических признаков ишемии миокарда), так и для установления индивидуальной толерантности больного к физической нагрузке.

Толерантность к нагрузке оценивают преимущественно по показателю максимальной (пороговой) мощности работы, выполненной пациентом. Используют и другие показатели: общий объем выполненной работы, длительность нагрузки, время возникновения боли в области сердца и де-

прессии сегмента RS–T и др. Различают: высокую толерантность, когда максимальная мощность нагрузки в момент ее прекращения равна 150 Вт и выше, среднюю толерантность – 100–125 Вт, низкую толерантность – 25–75 Вт.

Индивидуальная толерантность к физической нагрузке зависит от многих факторов: величины коронарного резерва (способности к адекватному увеличению коронарного кровотока при физической нагрузке), сократительной способности миокарда, физической тренированности, индивидуальной реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку в виде подъема или снижения артериального давления (АД) и т.д.

Критериями для прекращения велоэргометрической (ВЭМ) пробы являются:

- 1) достижение пациентом максимальной (160–180/мин) или субмаксимальной (140–150/мин) возрастной частоты сердечных сокращений (ЧСС);
- 2) появление на ЭКГ достоверных признаков ишемии миокарда в виде снижения (депрессии) или подъема (элевации) сегмента RS–T на 1,0 мм и более от исходного уровня при условии, если такое смещение сохраняется на протяжении не менее 80 мс от точки соединения (точки j);
- 3) приступ стенокардии;
- 4) снижение систолического АД (САД) на 20 мм рт. ст.;
- 5) подъем САД более 220 мм рт. ст. или диастолического АД (ДАД) более 110 мм рт. ст.;
- 6) возникновение приступа удушья или выраженной одышки;
- 7) появление угрожающих нарушений ритма: частая, политопная или залповая желудочковая экстрасистолия, пароксизм суправентрикулярной или желудочковой тахикардии, пароксизм мерцательной аритмии;
- 8) возникновение атриовентрикулярной блокады или блокады ножек пучка Гиса;
- 9) изменение комплекса QRS: углубление и увеличение продолжительности ра-

нее существовавших зубцов Q, переход патологического зубца Q в комплекс QS;

10) появление резкой общей слабости;

11) возникновение выраженного головокружения, головной боли, тошноты, нарушений координации движений;

12) отказ больного от дальнейшего исследования.

При проведении функциональных нагрузочных тестов (ВЭМ) с целью **объективного подтверждения ишемии миокарда**, индуцированной нагрузкой, могут быть получены следующие результаты.

Положительная проба – выявление одного из ЭКГ-признаков, указывающих на возникновение преходящей ишемии миокарда:

1) горизонтальное или косонисходящее снижение (депрессия) сегмента RS–T на 1,0 мм и более от исходного уровня при условии, если такое снижение сохраняется на протяжении не менее 80 мс от точки соединения (j);

2) медленное косовосходящее снижение сегмента RS–T на 1,0 мм и более от исходного уровня на протяжении 80 мс от точки соединения;

3) подъем сегмента RS–T на 1,0 мм и более от исходного уровня на протяжении 80 мс от точки соединения.

Сомнительная проба диагностируется в следующих случаях:

1) если в процессе исследования развивается типичный для стенокардии или атипичный болевой синдром в грудной клетке, не сопровождающийся объективными ишемическими признаками на ЭКГ;

2) если наблюдается горизонтальное, косонисходящее или медленно восходящее смещение сегмента RS–T менее 1,0 мм от исходного уровня;

3) если во время исследования обнаружены нарушения ритма и проводимости (частая или политопная экстрасистолия, преходящие нарушения атриовентрикулярной или внутрижелудочковой проводимости,

появление пароксизмов суправентрикулярной или желудочковой тахикардии);

4) если на высоте нагрузки произошло падение АД на 20 мм рт. ст. и более от исходного уровня.

Отрицательная проба диагностируется в случаях, когда пациент при проведении исследования достиг заданной возрастной ЧСС, однако вышеперечисленные клинические и ЭКГ-признаки ишемии миокарда отсутствуют.

Неинформативной (незавершенной) называют такую пробу, которая не была доведена до заданной возрастной ЧСС и не сопровождалась появлением описанных выше клинических или ЭКГ-признаков ишемии или дисфункции миокарда.

Следует подчеркнуть, что различные изменения зубца T, в том числе отрицательные зубцы T, нередко наблюдаются во время нагрузки у больных без поражения КА и даже у здоровых людей и не могут, таким образом, служить критерием ишемии.

По нашим данным, среди больных с верифицированной ИБС ВЭМ-проба оказалась положительной у 71,9%, сомнительной – у 12,5% и ложноотрицательной – у 14,0%. Таким образом, достоверное подтверждение диагноза ИБС по результатам ВЭМ было возможно только в 72% случаев. У 28% больных диагноз ИБС оставался сомнительным. У пациентов контрольной группы (без ИБС) также обращало на себя внимание сравнительно большое количество ложноположительных (14,3%) и сомнительных (8,9%) результатов нагрузочного теста. Таким образом, примерно у 1/4–1/3 больных с доказанным сужением или окклюзией КА ВЭМ-тест оказывается неинформативным.

Дипиридамовый тест

Тест с дипиридамолом (ДП-тест) достаточно широко применяется с целью выявления коронарной недостаточности, особенно в тех случаях, когда по разным причинам невозможно адекватное проведение

пробы с дозированной физической нагрузкой (тромбофлебит или атеросклеротическое поражение артерий нижних конечностей, недостаточная тренированность пациента и т.п.).

Перед проведением ДП-теста следует отменить прием лекарственных препаратов и пищевых продуктов, содержащих ксантиновые производные (эуфиллин, теофиллин, кофе, крепкий чай и т.п.). Дипиридамол (курантил) вводят внутривенно в дозе 0,75 мг на 1 кг массы тела, что составляет обычно 10–12 мл 0,5%-ного раствора. Время введения полной дозы препарата не должно превышать 5–6 мин, что обеспечивает высокую концентрацию дипиридамола в крови и повышает вероятность возникновения синдрома межкоронарного “обкрадывания”, ассоциирующегося с положительным результатом теста. Исследование обычно завершают внутривенным введением 10 мл 2,4%-ного раствора эуфиллина, который является физиологическим антагонистом дипиридамола.

Критерии положительного ДП-теста те же, что и при проведении пробы с дозированной физической нагрузкой: ишемическая депрессия или элевация сегмента RS–T на 1,0 мм и более от исходного уровня. Согласно нашим наблюдениям, для диагностики ИБС по результатам ДП-теста вполне возможно учитывать не только положительные, но и сомнительные результаты теста. Этот прием позволяет повысить общую чувствительность ДП-теста в выявлении ИБС до 75%, что вполне сопоставимо с результатами ВЭМ-пробы (72%). При этом сохраняется достаточно высокая специфичность этих критериев (87,5%) и их положительная предсказательная ценность (90,6%).

Оценивая приведенные данные, следует признать, что наиболее острой проблемой для обоих функциональных нагрузочных тестов является сравнительно низкая чувствительность, не превышающая 72–75%. Это означает, что как минимум у 25–28%

больных с имеющейся ИБС этот диагноз не может быть надежно подтвержден по результатам данных тестов. Нами было показано, что основными причинами ложноотрицательных результатов являются ограниченное сужение одной КА и небольшая распространенность зоны возникающей ишемии, нередко локализуемой в области переднебазального сегмента левого желудочка (ЛЖ) и верхней части межжелудочковой перегородки, т.е. вне области традиционного расположения грудных электродов.

Следует также помнить, что ложноположительные результаты обоих тестов у пациентов без ИБС выявляются примерно в 14–17% случаев, преимущественно у больных с признаками гипертрофии ЛЖ (артериальная гипертензия, недостаточность митрального клапана и т.п.), дисгормональной кардиопатией, пролапсом митрального клапана, дисфункцией вегетативной нервной системы; при значительных нарушениях электролитного баланса, синдромах CLC и WPW, блокадах ножек пучка Гиса, анемиях различного генеза, выраженной дыхательной недостаточности.

Мониторирование ЭКГ по Холтеру

Длительное мониторирование ЭКГ по Холтеру находит широкое применение в клинической практике, в том числе для выявления ишемических изменений ЭКГ у больных ИБС. Существенным преимуществом метода является возможность длительной (в течение 1–2 сут) регистрации ЭКГ в привычных для пациента условиях с целью выявления эпизодов так называемой бессимптомной ишемии миокарда (не сопровождающейся приступами стенокардии), которые обнаруживаются у большинства больных ИБС. Особенно большое значение метод холтеровского мониторирования имеет в диагностике так называемой вариантной стенокардии Принцметала (вазоспастической стенокардии), в основе ко-

торой лежит кратковременное повышение тонуса КА.

По нашим данным максимальная чувствительность суточного мониторирования ЭКГ по Холтеру не превышает 76,2% (что вполне сопоставимо с чувствительностью ВЭМ-пробы и ДП-теста), а число ложно-отрицательных результатов достигает 23,8%. При холтеровском мониторировании наиболее высокой специфичностью (92,8%) и положительной предсказательной ценностью (100%) обладает сочетание таких признаков, как депрессия сегмента RS—T $\geq 1,0$ мм, общая продолжительность эпизодов ишемии ≥ 22 мин в сутки и ЧСС во время эпизодов ишемии < 96 /мин. В то же время чувствительность такого сочетания признаков не превышает 57,1%.

У больных с верифицированной ИБС в большинстве случаев (94–100%) наблюдается совпадение результатов суточного мониторирования ЭКГ и ВЭМ-пробы (положительных или отрицательных).

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что традиционная система регистрации стандартной ЭКГ в 12 отведениях для оценки результатов нагрузочного теста в целом отличается весьма низкой чувствительностью. Это связано, прежде всего, с ограниченностью области исследования электрического поля сердца (ЭПС) с помощью грудных электродов, а также с относительно малой информативностью общепринятых ЭКГ-критериев преходящей ишемии миокарда (диагностически значимой депрессии сегмента RS—T).

Проблема повышения информативности функциональных нагрузочных тестов может быть решена только при использовании более совершенных и информативных методов оценки ЭПС и применении более надежных объективных критериев преходящей посленагрузочной ишемии миокарда. К числу таких методов относятся многополюсное ЭКГ-картирование и стресс-эхокардиография.

Многополюсное поверхностное ЭКГ-картирование

Многополюсное поверхностное ЭКГ-картирование является одним из наиболее информативных методов исследования электрической активности миокарда. Метод позволяет получить максимальную информацию об особенностях ЭПС в любой момент деполяризации и реполяризации желудочков.

В настоящее время автоматическая регистрация распределения электрических потенциалов на поверхности тела осуществляется с помощью сложных компьютерных систем, например, Predictor BSM-32 (США) или Cardiac (Чехия). Униполярные электроды (от 90 до 192) располагаются на передней, задней и боковых поверхностях грудной клетки, а также на животе. Получаемая таким образом пространственно-временная и амплитудно-временная информация может быть представлена в виде нескольких разновидностей картограмм:

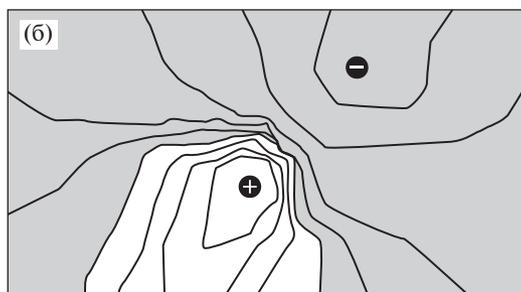
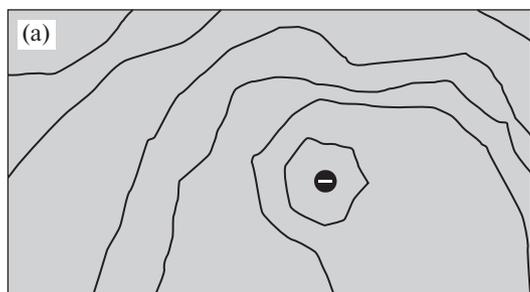
1) изопотенциальные (моментные) картограммы распределения потенциалов, представляющие собой как бы “временные срезы” ЭПС в следующие друг за другом моменты сердечного цикла;

2) интегральные картограммы распределения площадей комплекса QRS, сегмента RS—T и всего комплекса QRST;

3) изоинтегральные картограммы распределения сумм площадей под кривой ЭКГ за любой интересующий период сердечного цикла (например, с 1-й по 30-ю или с 30-й по 60-ю миллисекунду и т.п.);

4) изохронные картограммы (карты распределения времени активации сердечной мышцы), позволяющие визуализировать процесс распространения возбуждения по сердечной мышце.

Во всех работах, посвященных поверхностному ЭКГ-картированию, подчеркивается ряд существенных преимуществ этого метода перед стандартной ЭКГ в 12 отведениях. Во-первых, это использование боль-



Посленагрузочные карты разности потенциалов, зарегистрированные у здорового человека (а) и больного ИБС с проходящей ишемией заднедиафрагмальной области (б), индуцированной физической нагрузкой.

шого числа отведений (до 90–192), располагающихся на всей поверхности грудной клетки, что дает возможность получить максимальную информацию об особенностях структуры ЭПС. Во-вторых, возможность синхронизации всех электрокардиосигналов и представления данных не в традиционной (аналоговой) форме, а в виде последовательных (моментных), интегральных и изоинтегральных картограмм распределения потенциалов, что позволяет подробно изучить динамику процессов деполяризации и реполяризации миокарда. В-третьих, это возможность изучения мультипольного генератора сердца и более точной оценки локальной электрической активности сердечной мышцы.

С целью повышения информативности функциональных нагрузочных тестов у больных ИБС нами был разработан **метод динамического многополюсного ЭКГ-картирования** (1990–2003 годы), заключающийся в подробном качественном и количественном анализе динамики ЭПС в процессе нагрузочного теста. Для описания полученной информации мы использовали методику построения карт разности электрических потенциалов, получаемых с помощью компьютерной процедуры вычитания двух картограмм, зарегистрированных в процессе нагрузочного теста.

Было показано, что характер посленагрузочных изменений ЭПС у больных с верифицированной ИБС принципиально от-

личается от такового у пациентов контрольной группы (без ИБС). У пациентов контрольной группы при нагрузке амплитуда положительных потенциалов на интегральных, изоинтегральных и моментных картах периода деполяризации желудочков (комплекс QRS) достоверно уменьшалась, а отрицательных – увеличивалась, а также ускорялась электрическая активация желудочков. В результате этого на картах разности электрических потенциалов определялась обширная негативная область (область отрицательной разности потенциалов) (рисунок, а). Ни у одного пациента не было обнаружено каких-либо локальных деформаций ЭПС. Такая динамика ЭПС у пациентов контрольной группы отражает, вероятно, физиологическое уменьшение конечного диастолического и конечного систолического объемов желудочков, возникающее на фоне любого нагрузочного теста, сопровождающегося умеренной тахикардией.

Главной особенностью динамики ЭПС у больных ИБС во время нагрузочного теста явилась отчетливая локальная деформация ЭПС, которая выражалась в появлении ограниченной зоны положительной разности потенциалов (рисунок, б). Такая картина выявлялась обычно на высоте нагрузочного теста на протяжении 18–40 мс и больше в период деполяризации желудочков (комплекс QRS) и отражала возникающее локальное нарушение проведения электриче-

ского импульса в области переходящей ишемии, что приводило к локальному увеличению асинхронизма возбудительного процесса и, как следствие, к увеличению амплитуды положительных потенциалов в зоне ишемии. Локализация этой зоны на картограммах хорошо соответствовала локализации области переходящей ишемии миокарда, обнаруженной у этих больных при скинтиграфии миокарда с ^{201}Tl .

Чувствительность такой методики выявления переходящей ишемии миокарда во время нагрузочного теста по нашим данным достигает 94%, специфичность – 96%, а диагностическая точность – 95%.

Таким образом, применение методики автоматизированного ЭКГ-картирования во время нагрузочного теста позволяло в большинстве случаев визуализировать область переходящей ишемии миокарда, индуцированной введением дипиридамола или физической нагрузкой. Маркером переходящей ишемии миокарда служит появление на картах ограниченной зоны положительной разности электрических потенциалов.

Стресс-эхокардиография

Возможности инструментальной диагностики ИБС существенно расширяются при использовании метода стресс-эхокардиографии (стресс-ЭхоКГ) – регистрации нарушений локальной сократимости миокарда с помощью двухмерной эхокардиографии (ЭхоКГ) во время нагрузки.

При проведении теста чаще используют динамическую физическую нагрузку (например, ВЭМ в сидячем или лежащем положении пациента) или пробу с добутамином или дипиридамолом. Способы проведения нагрузочных тестов и критерии прекращения пробы не отличаются от описанных выше. Двухмерные эхокардиограммы регистрируют в горизонтальном положении пациента до начала исследования и сразу после окончания нагрузки (в течение 60–90 с).

Для выявления нарушений локальной сократимости миокарда используют специ-

альные компьютерные программы, позволяющие оценить изменения характера и амплитуды движения миокарда и степень его систолического утолщения во время нагрузки (“стресса”) в 16 (или другом количестве) предварительно визуализированных сегментах ЛЖ. Различают 3 вида локальных нарушений сократительной функции ЛЖ, объединяемых понятием “асинергия”:

- 1) акинезия – отсутствие сокращения ограниченной области сердечной мышцы;
- 2) гипокинезия – локальное уменьшение степени сокращения;
- 3) дискинезия – парадоксальное расширение (выбухание) ограниченного участка сердечной мышцы во время систолы.

Количественно нарушения локальной сократимости отдельных сегментов ЛЖ у больных ИБС принято описывать по пятибалльной шкале:

- 1 балл – нормальная сократимость;
- 2 балла – умеренная гипокинезия;
- 3 балла – выраженная гипокинезия;
- 4 балла – акинезия;
- 5 баллов – дискинезия.

После этого рассчитывают так называемый индекс локальной сократимости, который представляет собой сумму балльной оценки сократимости каждого сегмента, деленную на общее число исследованных сегментов ЛЖ.

Высокие значения этого показателя у больных с острым инфарктом миокарда, постинфарктным кардиосклерозом и аневризмой ЛЖ нередко ассоциируются с повышенным риском летального исхода.

При ЭхоКГ далеко не всегда удается добиться достаточно хорошей визуализации всех 16 сегментов. В этих случаях учитывают только те участки миокарда ЛЖ, которые хорошо выявляются при двухмерной ЭхоКГ.

При оценке результатов стресс-ЭхоКГ необходимо учитывать два важных обстоятельства. Во-первых, локальные нарушения сократимости миокарда ЛЖ могут выявляться не только у больных ИБС, но и

при дилатационной или гипертрофической кардиомиопатии, локальных нарушениях внутрижелудочковой проводимости (блокады, синдром WPW и др.), а также в случаях парадоксальных движений межжелудочковой перегородки, например при объемной перегрузке правого желудочка или блокадах ножек пучка Гиса. Во-вторых, результаты исследования существенно зависят от квалификации специалиста, вручную устанавливающего границы эндокарда, которые в дальнейшем и используются для автоматического вычисления локальной сократимости отдельных сегментов.

В целом чувствительность и специфичность стресс-ЭхоКГ в диагностике ИБС достигает 85–94%.

Заключение

Анализ приведенных результатов показывает, что из числа методов, используемых в клинической практике для неинвазивной диагностики ИБС, наибольшей информативностью, приближающейся к информативности КАГ и нагрузочной сцинтиграфии миокарда с ^{201}Tl , обладают стресс-эхокардиография и метод динамического многополюсного ЭКГ-картирования. При интерпретации данных велоэргометрического и дипиридамолового тестов, проводимых по общепринятой методике с использованием ЭКГ в 12 отведениях, а также су-

точного холтеровского мониторирования ЭКГ следует учитывать сравнительно большое количество ложноотрицательных (до 25–28%) и ложноположительных (14–17%) результатов.

Рекомендуемая литература

- Аронов Д.М., Лупанов В.П. Функциональные пробы в кардиологии. М.: Медпресс, 2002. 295 с.
- Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование. М.: Медпрактика-М, 2003. 340 с.
- Ройтберг Г.Е., Стругинский А.В. Лабораторная и инструментальная диагностика заболеваний внутренних органов. М.: Бином, 1999. 622 с.
- Руководство по кардиологии: методы исследования сердечно-сосудистой системы / Под ред. Сторожакова Г.И., Горбаченкова А.Л., Позднякова Ю.М. М.: РГМУ, 2002.
- Тешор Дж.Дж. Основы кардиологии: Пер. с англ. М.: Медпрессинформ, 2004. 367 с.
- Шиллер Н., Осипов М.А. Клиническая эхокардиография. М.: Мир, 1993. 347 с.
- Green L.S., Lux R.L., Naws S.W. Detection and localization of coronary artery disease with body surface mapping in patients with normal electrocardiograms // *Circulation*. 1987. V. 76. № 6. P. 1290–1297.
- Iceda K., Kubota I., Yamaki M. Non-invasive detection of coronary artery disease by body surface electrocardiographic mapping after dipiridamol infusion // *J. Electrocardiology*. 1988. V. 21. № 1. P. 39.