

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012

УДК 616.124-008.313:616.12-005.4

ВЫЯВЛЕНИЕ СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННОЙ ИШЕМИИ У ПАЦИЕНТОВ С БЛОКАДАМИ ВНУТРИЖЕЛУДОЧКОВОГО ПРОВЕДЕНИЯ

И. П. Полякова *, Т. Б. Феофанова, Е. З. Голухова

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

Неинвазивная диагностика ишемической болезни сердца (ИБС) у пациентов с блокадами внутрижелудочкового проведения (БВЖП) затруднена. Измененная морфология комплекса QRS и сегмента ST полностью маскирует признаки ишемии при проведении стресс-теста. Известно, что многоканальное поверхностное ЭКГ-картирование (ПК) позволяет выявлять зоны постинфарктных рубцов у больных с БВЖП.

Цель исследования: оценить возможности ПК в выявлении ишемии, возникающей у пациента с БВЖП при проведении пробы с физической нагрузкой, и определить наиболее информативные параметры.

Материал и методы. В исследование включены 86 пациентов с БВЖП, из них 47 больных с ИБС составляют основную, или 1-ю, группу, 39 пациентов с изолированной БВЖП – контрольную, или 2-ю, группу. Всем пациентам проводили ПК в покое и одновременно с велоэргометрией (ВЭМ) сцинтиграфию и/или коронароангиографию. Для каждого пациента были проанализированы разностные карты QRST, построенные на всем интервале Q–T на всех этапах пробы – покой, пик нагрузки, 1, 3, 5 и 7-я минута периода восстановления. Основной анализируемый параметр – DI (departure index – отклонение от средней нормы); изучали DI_{min} , DI_{max} , среднее отрицательное и положительное значение DI, объем области позитивных и негативных значений (в процентах).

Результаты. Исходно нарушения процессов реполяризации наблюдали в обеих группах, однако параметры разностных карт в обеих группах не различались. Приведены динамические изменения расчетных параметров изоинтегральных карт.

В покое параметры электрофизиологических процессов в миокарде (де- и реполяризация) у пациентов с БВЖП ишемического и неишемического генеза сходны. При проведении ПК одновременно с ВЭМ-пробой динамические изменения параметров разнонаправлены.

Заключение. Показано, что возможно выявление стресс-индуцированной ишемии у пациентов с БВЖП с помощью ВЭМ-пробы, дополненной ПК. Для выявления и локализации зон стресс-индуцированной ишемии необходимы определение и локализация DI_{min} , а также определение размера области отрицательных значений DI на разностных картах, полученных при одновременном проведении ПК и теста с дозированной физической нагрузкой, в покое и на разных этапах теста. У пациентов с ИБС и БВЖП на разностных картах, полученных при одновременном проведении многоканального поверхностного ЭКГ-картирования и теста с дозированной физической нагрузкой, увеличивается область отрицательных значений DI и модуль DI_{min} . У пациентов с БВЖП и интактными коронарными артериями уменьшается область отрицательных значений DI и модуль DI_{min} .

Ключевые слова: блокада внутрижелудочкового проведения, стресс-индуцированная ишемия, поверхностное ЭКГ-картирование.

Non-invasive diagnosis of ischemic heart disease (IHD) in patients with intraventricular conduction block (IVCB) is difficult. Changed morphology of complex QRS and ST segment completely masks ischemic symptoms associated with stress-test. It is known that multichannel surface ECG-mapping (SM) makes it possible to reveal the zones of post postinfarction scars in IVCB patients.

Objective: To evaluate SM potentials to reveal ischemia developed in IVCB patients associated with stress-test and determine the most informative parameters.

Material and methods: The studies included 86 IVCB patients, 47 out of them with IHD make up the main or the first group, 39 patients with isolated IVCB make up the control or second group. All the patients had

SM at rest and simultaneously VEM, scintigraphy and/or coronarography. QRST differential maps constructed along the whole QT interval at every stage of the test – rest, stress peak, 1, 3, 5 and 7 minute of recovery period were analyzed for each patient. The main parameter analyzed – DI (departure index – deviation from the mean standard); DI, DI_{max} were studied, mean negative and positive value of DI, area value of the positive and negative values were studied.

Results: Initially abnormalities of repolarization processes were noticed in both groups however parameters of the differential maps in both groups did not differ. Dynamic changes of isointegral maps rated parameters were produced.

Parameters of electrophysiological processes in myocardium (de- and repolarization) at rest of ischemic and non-ischemic genesis in IVCB patients are similar. If SM is performed simultaneously with VEM dynamical parameters changes are bidirectional.

Conclusion: It was shown that detection of stress-induced ischemia with VEM-test supplemented with SM in IVCB patients is possible. To detect and localize stress-induced ischemia zones it is essential to determine and localize DI_{min} as well as determine the size of the area with DI negative values in differential maps obtained with simultaneous SM and dosed physical activity test, at rest and during various stages of the test. In IHD and IVCB patients in differential maps obtained with simultaneous multichannel surface ECG-mapping and dosed physical activity test DI negative values area and DI_{min} module increase. DI negative values area and DI_{min} module are less in patients with IVCB and intact coronary arteries.

Key words: intraventricular conduction block; stress-induced ischemia; surface ECG-mapping.

Введение

Патология проводящей системы сердца является постоянным объектом внимания исследователей. В популяции распространенность внутрижелудочковых блокад увеличивается с возрастом. Установлено, что среди людей старше 35 лет распространенность блокад ножек пучка Гиса составляет около 1% случаев, тогда как у людей старше 80 лет – около 17%. Уровень летальности среди людей с блокадами внутрижелудочкового проведения (БВЖП) варьирует от 2 до 14% и связан с сопутствующими заболеваниями сердечно-сосудистой системы (в основном с ишемической болезнью сердца и артериальной гипертензией).

Таким образом, очевидна актуальность диагностики состояния сердечно-сосудистой системы у пациентов с сопутствующими нарушениями в проводящей системе сердца.

Изучение основных электрофизиологических процессов (де- и реполяризация) в миокарде желудочков – важная составляющая диагностики ишемической болезни сердца (ИБС). При сопутствующих БВЖП измененная морфология желудочкового комплекса и сегмента *ST* полностью маскирует признаки рубцовых и ишемических изменений миокарда. Изменения на электрокардиограмме (ЭКГ) в подобных случаях неспецифичны. Велоэргометрическая проба (ВЭМ-проба) – ведущий метод диагностики ИБС, однако и он теряет свою информативность при сопутствующих БВЖП. Проведение пробы с физической нагрузкой под контролем только традиционной ЭКГ не позволяет выявлять стресс-индуцированную ишемию на фоне БВЖП, затрудняющей интерпретацию результатов и не позволяющей точно определить ишемические изменения и их локализацию. Вследствие этого блокады ножек пучка Гиса рассматривают как относительное противопоказание

к проведению нагрузочной пробы в связи с невозможностью оценки изменений конечной части желудочкового комплекса при нагрузке [1, 4], и в ходе обследования пациентов с БВЖП приходится прибегать к более сложным инструментальным методам стресс-визуализации миокарда.

Другие традиционные методы исследования также не позволяют провести точную дифференциальную диагностику ишемических и неишемических заболеваний сердца у пациентов на фоне БВЖП. Эхокардиография малоинформативна в связи с тем, что отсутствуют существенные различия между структурно-геометрическими показателями левого желудочка (ЛЖ) у больных с различными заболеваниями сердца, включая ИБС и дилатационную кардиомиопатию (ДКМП) [2]. Наличие внутри- и межжелудочковой задержки проведения электрического импульса по миокарду приводит к нарушению физиологической последовательности возбуждения регионов стенки сердца. Это состояние сопровождается выраженными изменениями региональной и глобальной функции ЛЖ [6, 7, 9].

Сочетание ИБС и БВЖП – сложное электрофизиологическое явление. В связи с этим встает вопрос: можно ли из подобного сочетания вычленивать признаки, относящиеся к ИБС, с целью оценки индуцированной ишемии у данной категории пациентов?

В настоящее время поверхностное многоканальное ЭКГ-картирование (ПК) рассматривают в литературе как неинвазивный метод исследования электрофизиологических процессов в сердце человека [5].

В ряде проведенных ранее исследований показано, что у больных ИБС с сопутствующими БВЖП с помощью поверхностных карт, полученных в покое, возможно выделить зоны постинфарктных

(рубцовых) изменений миокарда [3]. Однако отсутствуют данные о возможности неинвазивного изучения измененных процессов де- и реполяризации и, соответственно, выявления признаков стресс-индуцированной ишемии на фоне БВЖП.

Цель представленной работы — оценить возможности ПК в выявлении ишемии, возникающей у пациента с БВЖП при проведении пробы с физической нагрузкой, и определить наиболее информативные параметры.

Материал и методы

В исследование были включены 86 пациентов с БВЖП. Первую группу составили 47 пациентов с ИБС и БВЖП. Контрольную, или вторую, группу составили 39 пациентов с изолированной БВЖП и/или в сочетании с АГ. Все 86 пациентов проходили обследование и лечение в НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. Стандартное обследование включало ЭКГ, ЭхоКГ, холтеровское мониторирование ЭКГ, суточное мониторирование АД, лабораторные методы исследования. Всем пациентам проводилось ПК и ангиокардиография (АКГ) в качестве контрольного инвазивного метода, подтверждающего наличие или отсутствие ИБС.

В 1-ю группу вошли 41 мужчина и 6 женщин. Средний возраст мужчин составил $59,37 \pm 9,14$, женщин — $58 \pm 6,93$ года.

В 1-й группе коронарные артерии без гемодинамически значимых стенозов выявлены у 2 пациентов, клинически поставлен диагноз «синдром Х», поражение одной коронарной артерии выявлено у 8 пациентов, поражение двух — у 8, многососудистое поражение — у 29.

Во 2-ю группу вошли 27 мужчин и 12 женщин. Средний возраст мужчин составил $50,78 \pm 13,31$, женщин — $50,67 \pm 13,16$ года. В этой группе у всех пациентов отсутствовали гемодинамически значимые стенозы коронарных артерий.

Характеристика БВЖП по каждой группе пациентов представлена в таблице 1.

Всем пациентам выполнено ПК одновременно с ВЭМ-пробой. Для проведения ПК использовали специализированную компьютерную электрокардиологическую систему Cardiac 128.1 (Чехия). Данная система позволяет регистрировать ЭКГ одномоментно с 80 электродов на грудной клетке, 12 общепринятых отведений и ортогональные отведения по Франку с последующей компьютерной обработкой в режиме on-line. При этом 80 поверхностных электродов размещены на 5 эластичных отдельных поясах (по 16 поверхностных электродов на каждом поясе) и составляют регулярную сетку на поверхности грудной клетки пациента с первого по шестое межреберье. Наличие эластичных поясов позволяет проводить исследование у пациентов с различными конституциональными особенностями.

Велоэргометрическую пробу проводили по стандартному протоколу. Синхронную регистрацию 80 ЭКГ с поверхности грудной клетки проводили в покое, на пике нагрузки и в 1, 3, 5 и 7-ю минуту периода восстановления.

При анализе данных ПК на каждом этапе рассматривали изоинтегральные карты на всем интервале *QRST* в связи с наличием у всех пациентов БВЖП, вызывающей деформацию комплекса *QRST* и сегмента *ST-T*.

Изоинтегральные карты формируются следующим образом. Для каждой точки наложения электродов сетки рассчитывают интеграл от кривой ЭКГ на интервале *QRST*. Отрицательные значения площади на интервале *QRST* могут соответствовать отведениям с морфологией *QS* или глубокими отрицательными зубцами *T*. Развертка грудной клетки на плоскость графически представлена в виде прямоугольника, левый край которого соответствует правой заднеаксиллярной линии. Обозначения: «°» — точки наложения электродов, линии — соединение точек с равными значениями интеграла (площади под кривой ЭКГ на интервале *QRST*); точки с равными значениями соединены линиями,

Характеристики БВЖП в группах обследуемых пациентов

Таблица 1

Показатель	Число больных, абс. (%)	
	1-я группа	2-я группа
Полная блокада левой ножки пучка Гиса	24 (51,06)	34 (87,18)
Полная блокада правой ножки пучка Гиса	5 (10,64)	2 (5,13)
Двухпучковая блокада (сочетание блокады правой ножки пучка Гиса и ветви левой ножки пучка Гиса)	9 (19,15)	3 (7,69)
Перенесенный инфаркт миокарда, аневризма ЛЖ и полная блокада правой ножки пучка Гиса	1 (2,13)	—
Перенесенный инфаркт миокарда, аневризма ЛЖ и двухпучковая блокада	1 (2,13)	—
Перенесенный инфаркт миокарда, аневризма ЛЖ и НВЖП	7 (14,89)	—

образующими изоинтегральную карту на интервале *QRST* ЭКГ. Значение интеграла для каждого из 80 отведений отображено на карте в виде определенного цвета, характеризующего знак и амплитуду значения. Синяя гамма (холодные цвета) соответствует отрицательным, красно-желтая гамма – положительным значениям; большая интенсивность цвета отражает большее значение интеграла (рис. 1) [5].

Для статистического сравнения интегральной карты *QRST* пациента и средней карты здорового субъекта использованы разностные карты – карты распределения индекса разности (departure index – DI), показывающие отклонение от средненормального значения площади под кривой ЭКГ в каждом отведении.

Для каждого отведения вычислен индекс разности DI; изучали минимальный (DI_{\min}) и максимальный индекс (DI_{\max}), среднее отрицательное и положительное значение DI, объем области положительных и отрицательных значений DI (в процентах).

Результаты и обсуждение

Для каждого пациента были построены и проанализированы разностные карты, отражающие характер изменений на всех этапах пробы – покой, пик нагрузки, 1, 3, 5 и 7-я минута периода восстановления. Динамические изменения расчетных параметров изоинтегральных карт приведены в таблице 2; на рисунке 2 приведены ЭКГ и разностные карты пациента М., 58 лет, из 1-й группы (диагноз: ИБС; постинфарктный кардиосклероз (ПИКС); стенокардия напряжения II ФК по ССС; АГ II ст., риск 3; полная блокада ЛНПГ), построенные в покое и на пике нагрузки.

На рисунке 3 – ЭКГ и разностные карты пациента П., 49 лет, из 2-й группы (диагноз: АГ I ст., риск 1; полная блокада ЛНПГ), построенные в покое и на пике нагрузки.

Исходно (в покое) параметры разностных карт в обеих группах схожи (см. табл. 2; рис. 2, б; 3, б).

При нагрузке в 1-й группе параметры поверхностных распределений электрического поля сердца отклоняются от средненормальных. У пациентов с ИБС DI_{\min} на пике нагрузки становится более отрицательным, то есть увеличивается по модулю (с -4,85 до -5,39), и увеличивается размер области отрицательных значений DI (с 20,49 до 26,23%). Стресс-индуцированная ишемия была максимальной на пике нагрузки и/или в 1-ю минуту периода восстановления (см. табл. 2; рис. 2, в). В 4 случаях ишемические изменения были ярко выражены и на 3-й минуте периода восстановления, однако к 5-й минуте выраженность изменений уменьшалась, и карты, построенные в 5-ю минуту периода восстановления, были практически

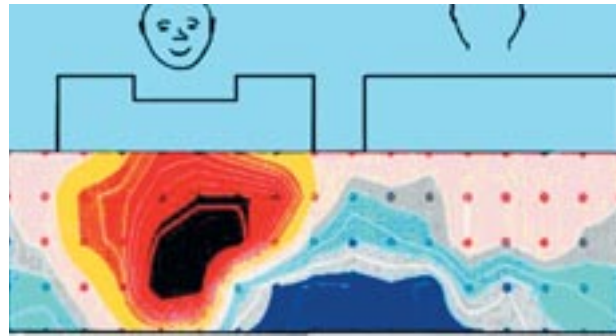


Рис 1. Распределение значений интегралов от ЭКГ (площади под кривой ЭКГ) на интервале *QRST* на поверхности грудной клетки (пояснения в тексте)

идентичны картам, построенным в покое (см. табл. 2).

На развертке поверхности грудной клетки совпадение локализации DI_{\min} и области отрицательных значений DI с проекцией какой-либо зоны миокарда локализует зону ишемии миокарда у пациента, что подтверждалось результатами АКГ.

На рисунке 2, в можно видеть, что при нагрузке происходит увеличение распространения области отрицательных значений DI в проекции зоны верхушки и заднедиафрагмальной стенки ЛЖ.

Во 2-й группе отмечена обратная картина: DI_{\min} становится более положительным (с -5,61 до -4,14) и уменьшается размер области отрицательных значений DI (с 23,28 до 13,54%). На пике нагрузки и/или в 1-ю минуту периода восстановления выраженность ишемических изменений резко уменьшается, однако к 3–5-й минуте наблюдается восстановление исходной картины (см. табл. 2; рис. 3, в).

На рисунках 4 и 5 приведены диаграммы, представляющие динамику изменений обсуждаемых параметров ПК (DI_{\min} и область отрицательных значений), построенные на интервале «покой – пик нагрузки» при проведении ВЭМ-пробы в каждой группе и учитывающие каждого пациента. Для построения диаграммы динамики изменения DI_{\min} брали модуль значения.

Таким образом, показано, что процессы, происходящие на пике нагрузки и/или в 1-ю минуту периода восстановления (изменения DI_{\min} и области отрицательного значения DI) в 1-й и 2-й группах разнонаправлены.

Группу исключения среди пациентов с ИБС составили 9 пациентов, у которых, несмотря на наличие гемодинамически значимых стенозов, отмечено уменьшение выраженности ишемических изменений на пике нагрузки и/или в 1-ю минуту периода восстановления (рис. 4, а; 5, а), к 5-й минуте наблюдалась исходная картина – карты,

Динамические изменения параметров разностных карт при проведении ПК и ВЭМ-пробы

Показатель	В покое		На пике нагрузки		При восстановлении					
					1-я минута		3-я минута		5-я минута	
	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
DI _{max}	4,84±1,84	5,29±2,17	4,33±1,91	5,38±2,55	4,65±2,03	5,37±2,54	4,48±1,96	5,49±3,03	5,03±2,3	4,79±1,85
DI _{min}	-4,85±1,55	-5,61±1,71	-5,39±1,92	-4,14±1,38	-5,13±1,85	-4,21±1,55	-5,21±1,26	-4,90±1,93	-4,96±1,51	-5,49±1,85
Среднее положительное значение DI	2,94±1,06	3,13±1,14	2,77±0,77	3,08±0,92	2,87±0,81	3,14±0,97	2,84±0,88	3,00±1,48	2,97±0,85	2,87±1,38
Среднее отрицательное значение DI	-3,15±0,89	-3,41±0,57	-3,23±0,58	-2,81±0,65	-3,20±0,61	-2,77±0,86	-3,3±0,46	-3,05±1,02	-3,29±0,6	-3,31±0,52
Область положительных значений DI, %	19,96±13,75	18,18±13,36	10,59±9,67	16,05±15,29	13,5±12,84	16,78±15,77	14,3±13,16	17,49±17,85	19,77±12,92	15,59±14,84
Область отрицательных значений DI, %	20,49±8,73	23,28±10,52	26,23±10,28	13,54±9,7	23,26±11,85	13,77±10,84	23,84±8,24	19,71±12,39	21,40±7,75	21,38±9,22

Примечание. Курсивом выделены достоверные различия ($p < 0,05$).

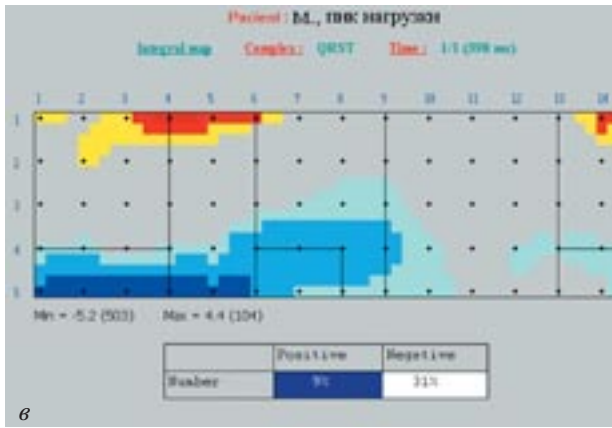
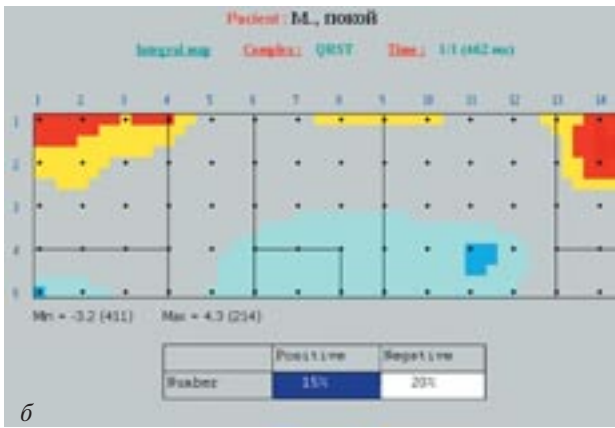


Рис. 2. Пациент М., 58 лет. Диагноз: ИБС; ПИКС; стенокардия напряжения II ФК по ССС; АГ II ст., риск 3; полная блокада ЛНПГ:

а – ЭКГ; б – разностная карта, построенная в покое (DI_{min} -3,2; область отрицательных значений DI 20%); в – разностная карта, построенная на пике нагрузки (DI_{min} -5,2; область отрицательных значений DI 31%)

построенные в 5-ю минуту периода восстановления, были практически идентичны картам, построенным в покое (см. табл. 2). Подчеркнем, что у данных пациентов уменьшение выраженности ишемических изменений отмечено только по одному из анализируемых показателей – DI_{min} или размеру области отрицательных значений. Этот факт, возможно, объясняется проведенным ле-

чением данных пациентов: у 4 из этих 9 пациентов была проведена реваскуляризация миокарда в период от 2 до 12 мес до проведения ПК и ВЭМ-пробы, 1 пациенту – ресинхронизирующая терапия, 2 пациентам – курс наружной контрпульсации.

При наличии ИБС стресс-тест с дозированной физической нагрузкой вызывает усугубление

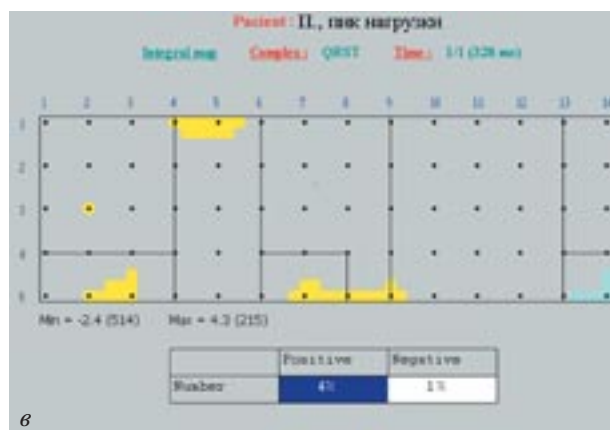
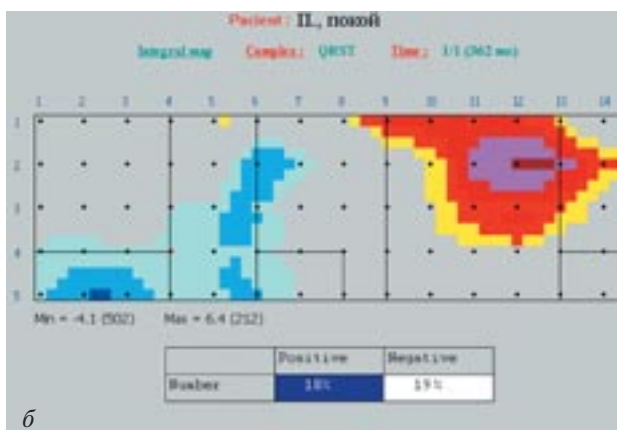


Рис. 3. Пациент П., 49 лет. Диагноз: АГ I ст., риск 1; полная блокада ЛНПГ: а – ЭКГ; б – разностная карта, построенная в покое ($DI_{\min} -4,1$; область отрицательных значений DI 19%); в – разностная карта, построенная на пике нагрузки ($DI_{\min} -2,4$; область отрицательных значений DI 1%)

ишемических изменений (клинические признаки, изменения на ЭКГ), максимально проявляющиеся на пике нагрузки и в первые минуты периода восстановления.

При сопутствующих БВЖП информацию об этих изменениях возможно получить только при совместном использовании ВЭМ-пробы и ПК. Интегралы QRS и ST-T в каждом отведении, известные как характерные параметры электрофизио-

логических свойств миокарда желудочков, на фоне БВЖП не позволяют провести точную диагностику в связи с малой информативностью. Согласно концепции F. Wilson и соавт. о «желудочковом» градиенте, интегральные карты QRS практически не зависят от последовательности активации желудочков, но значительно изменяются при нарушении процессов реполяризации [3, 8]. Поэтому для оценки электрофизиологических свойств миокарда

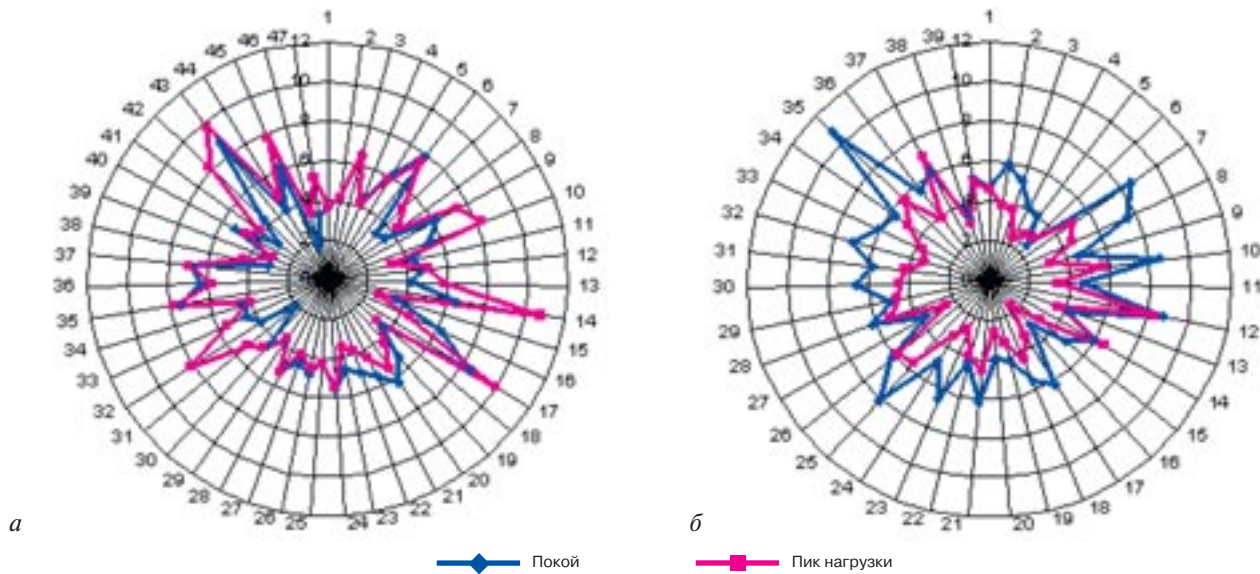


Рис. 4. Динамика изменений параметра разностных карт DI_{\min} при проведении ПК и ВЭМ-пробы у пациентов с БВЖП:

a – ИБС+БВЖП; *б* – БВЖП

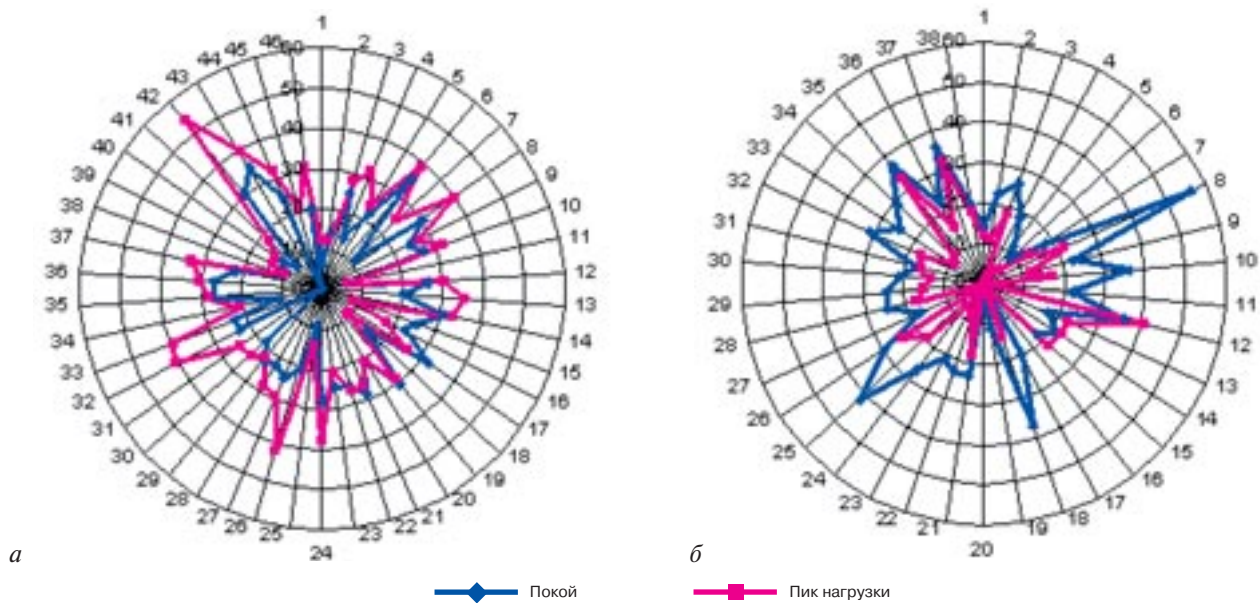


Рис. 5. Динамика изменений параметра разностных карт «область отрицательных значений DI » при проведении ПК и ВЭМ-пробы у пациентов с БВЖП:

a – ИБС+БВЖП; *б* – БВЖП

и их динамических изменений при стресс-тесте необходимо анализировать показатели значения интегралов $QRST$.

При проведении ВЭМ-пробы меняются электрофизиологические свойства миокарда в зоне стресс-индуцированной ишемии, что у пациентов без БВЖП приводит к изменениям на ЭКГ. Многоканальное ЭКГ-картирование, известное как метод исследования локальных электрофизиологических свойств, выделяет участки миокарда с изменяющимися характеристиками процесса реполяризации (участки стресс-индуцированной ишемии)

при физической нагрузке на фоне НВЖП, что было достоверно выявлено у 80,9% пациентов с ИБС и подтвердилось данными АКГ.

У 80,9% пациентов с ИБС при проведении ПК и ВЭМ-пробы на поверхностных картах регистрировали диагностически значимые стресс-индуцированные ишемические изменения на пике нагрузки и в первые минуты периода восстановления. У 25% пациентов выраженные ишемические изменения регистрировали до 3-й минуты периода восстановления. Карты, построенные на 5-й минуте периода восстановления, были сходными

с картами покоя. Локализация ишемических изменений впоследствии была подтверждена данными АКГ.

Выводы

1. Возможно выявление стресс-индуцированной ишемии у пациентов с БВЖП с помощью ВЭМ-пробы, дополненной ПК.

2. В покое параметры электрофизиологических процессов (де- и реполяризации) в миокарде у пациентов с БВЖП ишемического и неишемического генеза сходны. При проведении ПК одновременно с ВЭМ-пробой динамические изменения параметров разнонаправлены.

3. Для выявления и локализации зон стресс-индуцированной ишемии необходимо определение и локализация DI_{\min} , а также определение размера области отрицательных значений DI на разностных картах, полученных при одновременном проведении ПК и теста с дозированной физической нагрузкой, в покое и на разных этапах теста.

4. У пациентов с ИБС и БВЖП на разностных картах, полученных при одновременном проведении многоканального поверхностного ЭКГ-картирования и теста с дозированной физической нагрузкой, увеличивается область отрицательных

значений DI и модуль DI_{\min} . У пациентов с БВЖП и интактными коронарными артериями уменьшается область отрицательных значений DI и модуль DI_{\min} .

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аронов Д. М., Лупанов В. П.* Функциональные пробы в кардиологии. М.: МЕДпресс-информ, 2002. С. 69–84.
2. *Гиляревский С. Р.* Клиника, диагностика и лечение кардиомиопатий // Лекции по кардиологии / Под. ред. Л. А. Бокерия, Е. З. Голуховой. В 3 т. Т. 3. М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2001. С. 14–24.
3. *Голухова Е. З., Полякова И. П., Адамян М. Г., Кулямин А. И.* Диагностика рубцовых изменений миокарда у больных ишемической болезнью сердца на фоне блокады левой ножки пучка Гиса // Кардиология. 1998. № 11. С. 43–49.
4. *Орлов В. Н.* Руководство по электрокардиографии. М.: Медицинское информационное агентство, 2001. С. 61–69.
5. *Полякова И. П.* Диагностические возможности многоканального поверхностного ЭКГ-картирования // Креативная кардиология. 2007. № 1–2. С. 256–269.
6. *Dillon J. S., Chang S., Feigenbaum H.* Echocardiographic manifestations of left bundle branch block // Circulation. 1974. Vol. 49. P. 876–880.
7. *Rogers R. L., MyPhuong Mitarai, Amal Mattu.* Intraventricular conduction abnormalities // Emerg. Med. Clin. North Am. 2006. Vol. 24, № 1. P. 41–51.
8. *Wilson F. N., MacLeod A. G., Barker P. S., Johnstone F. D.* The determination and the significance of the areas of the ventricular deflections of the electrocardiogram // Am. Heart J. 1934. Vol. 10. P. 56–61.
9. *Xiao H. B., Brecker S. J. D., Gibson D. G.* Differing effects of right ventricular pacing and left bundle branch block in left ventricular function // Br. Heart J. 1992. Vol. 69. P. 166–172.