

<https://doi.org/10.36396/MS.2019.15.4.009>

## Причины низкой чувствительности ЭКГ-диагностики нижнезаднего и заднебокового инфаркта

Г.В. РЯБЫКИНА, Д.В. АЛЕСЕНКО, А.В. СОБОЛЕВ

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Москва, Россия

### Резюме

Целью данной работы являлось выявление ограничений и ошибок интерпретации ЭКГ при постановке диагноза «инфаркт миокарда нижней локализации» в сравнении с возможностями ЭхоКГ. Были изучены ЭКГ в 12 отведениях и результаты трансторакальной ЭхоКГ 245 пациентов (187 мужчин и 58 женщин) в возрасте 49–90 лет с клиническим диагнозом «инфаркт миокарда нижней локализации», наблюдаемых в ФГБУ НМИЦ кардиологии Минздрава России в период с 2016 по 2017 год.

В 34,7% случаев результаты топической диагностики очагово-рубцовых изменений, по данным обоих исследований, совпадали. В 46,9% данные ЭхоКГ указывали на наличие нарушений локальной сократимости ЛЖ, по данным же ЭКГ, признаки очагово-рубцового поражения миокарда отсутствовали. Выявлялись случаи очагово-рубцовых поражений по результатам ЭКГ в 12 отведениях без нарушений локальной сократимости, соответствующих сегментов по результатам ЭхоКГ (18,4%).

В работе разбираются причины низкой чувствительности ЭКГ в диагностике нижнезаднего и заднебокового инфаркта.

**Ключевые слова:** электрокардиография, эхокардиография, инфаркт миокарда нижней локализации

## Causes of low sensitivity ECG-diagnosis of inferoposterior and posterolateral myocardial infarction

G.V. RYABYKINA, D.V. ALESENKO, A.V. SOBOLEV

Federal State budget organization «National medical research center of cardiology» of the Ministry of healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

### Summary

The objective of this work was to reveal ECG interpretation limitations and errors when diagnosing inferior myocardial infarction in comparison with the EchoCG possibilities. 12-lead ECG and transthoracic EchoCG results were studied in 245 patients (187 males and 58 females) at the age of 49 to 90 years clinically diagnosed with inferior myocardial infarction who were followed up at the Federal State Budget Institution National Medical Research Cardiology Center of the Ministry of Health of the Russian Federation during the period from 2016 to 2017.

The localization diagnosis results of focal and cicatricial changes according to the data of both examinations coincided in 34,7% of cases. In 46,9% of cases, EchoCG data indicated left ventricular wall motion abnormalities, while ECG did not reveal any signs of focal and cicatricial myocardial lesions. 12-lead ECG revealed focal and cicatricial lesions without wall motion abnormalities of the corresponding regions according to the EchoCG results (18,4%).

The work thoroughly studies the reasons for low sensitivity of ECG when diagnosing inferior posterior and posterior lateral infarction.

**Key words:** electrocardiography, echocardiography, inferior myocardial infarction.

## Сведения об авторах:

**Рябыкина Галина Владимировна** — д. м. н., профессор, зав. лаб. ЭКГ ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России. 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а.

**Алесенко Дарья Валерьевна** — ординатор лаб. ЭКГ ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России. 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а.

**Соболев Александр Владимирович** — д. т. н., ведущий научный сотрудник лаб. ЭКГ ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России. 121552, г. Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15а.

## Введение

Инфаркт миокарда (ИМ) — острый некроз сердечной мышцы, развивающийся в результате стойкого нарушения коронарного кровоснабжения, которое происходит чаще всего вследствие тромбоза или резкого сужения атеросклеротической бляшкой просвета сосуда [1].

Это заболевание занимает одно из ведущих мест среди инвалидизации и смертности населения не только в нашей стране, но и во всем мире, особенно в развитых странах. Более одного миллиона россиян ежегодно умирают от сердечно-сосудистых заболеваний, из них 607 тысяч — от инфаркта миокарда [2]. Рост заболеваемости в последние десятилетия в сочетании с тяжелым исходом болезни свидетельствуют о большом социальном значении этой патологии.

Несмотря на наличие таких методов диагностики ИМ, как исследование кардиотропных ферментов, биологических маркеров, эхокардиографии, сцинтиграфии и коронарографии, ЭКГ до настоящего времени является одним из ведущих методов диагностики ИМ. ЭКГ-диагностика ИМ основывается на сердечной электрофизиологии, свойствах электрокардиографических систем отведений, математическом моделировании, а также сопоставлении ЭКГ с результатами патологоанатомических исследований [3].

Чувствительность в целом ЭКГ-12 в диагностике раннее перенесенного ИМ составляет около 65%, а специфичность варьирует от 80 до 95% [4]. Чувствительность ЭКГ по отдельным локализациям ИМ значительно варьирует. Так, по данным де Луна [4], при нижне-задне-боковой локализации ИМ чувствительность его диагностики составляет около 20% при специфичности 94%. Чувствительность визуализирующих методов превосходит чувствительность метода ЭКГ. Однако в клинической практике ЭКГ благодаря доступности, удобству, надежности и экономичности является наиболее распространенным методом диагностики очагово-рубцового поражения миокарда.

Особенности выявления перенесенных ИМ связаны со многими факторами, главными из которых являются размер инфаркта, его расположение в различных слоях миокарда, время их активации, направление оси информативных отведений по отношению к вектору некротического очага. В зоне инфаркта миокарда островки коллагеновых рубцов перемежаются с жизнеспособным, электрически активным миокардом, создающим

локальное электрическое поле в инфарцированном регионе. Понимание этой сложной геометрии является предпосылкой к рациональной интерпретации изменений поверхностной ЭКГ. Активная область локальной электропроводимости быстро изменяется и существенно варьирует по мере продвижения вокруг инфаркта через жизнеспособный субэпикард. Локальные нарушения, вызванные этой неоднородностью клеток в зоне инфаркта, обычно последовательного фронта активации, приводят к значимому увеличению высокочастотных расщеплений и насечек в комплексе QRS. Изменения QRS наиболее значимы в отведениях, ось которых перпендикулярна продвигающемуся по миокарду волновому фронту, и появляются, естественно, в тот момент QRS, когда наступает активация инфарцированной зоны.

Основным признаком перенесенного ИМ является наличие зубца Q в тех или иных отведениях. Зубцы Q относятся к изменениям начальной части желудочкового комплекса, и они регистрируются, когда нарушения деполяризации происходят в первые 40 секунд от начала деполяризации. В случаях, когда инфарктная зона находится в областях сердца, охватываемых возбуждением позже (60 мс), патологических знаков в виде зубца Q появиться не может. В этих случаях зона ИМ оказывается нераспознаваемой при съемке ЭКГ в 12 общепринятых отведениях. К такой локализации можно отнести ИМ базальных областей: задней, заднебоковой и нижнезадней. Этим объясняются основные ограничения традиционных методов ЭКГ-диагностики ИМ.

Для улучшения качества электрокардиографической диагностики широко используются дополнительные топографические грудные отведения ЭКГ. Так, при высоком переднем ИМ используются отведения V2-V4 на 2 ребра выше. Необходимость в данных отведениях возникает при низкой амплитуде зубца R в V1-V4. При боковом ИМ, особенно при дифференциальной диагностике синдрома RS в V6 (боковой ИМ, блокада левой передней ветви или отклонение верхушки ЛЖ назад при выраженной гипертрофии и т.д.), используется грудное отведение V7. Для диагностики ИМ правого желудочка используются правые грудные отведения (наиболее информативные — V3R-V4R).

Большее число дополнительных отведений (более 100), так называемый меппинг-метод (Body Surface Potention Mapping — BPSM), в настоящее время в клинической практике используется нечасто, однако данные

исследования стали классикой в ЭКГ-диагностике очагово-рубцового поражения миокарда [3, 5–11].

Экспериментальные и клинические исследования показали, что, когда в мышце развивается ишемия, ее движения изменяются почти мгновенно и основным проявлением ишемии миокарда считается диагностика нарушения сократимости [1]. Поэтому в ЭхоКГ определение ограниченного движения стенки используется как критерий ишемии миокарда. Это чувствительный, но не всегда специфичный признак, так как движение стенки миокарда может быть обусловлено влиянием компенсаторного гиперкинеза прилежащих к зоне ишемии участков миокарда, блокады левой ножки пучка Гиса, перегрузкой правого желудочка, WPW-синдромом, влиянием электрокардиостимулятора. Наиболее специфичным признаком ишемии миокарда принято считать изменение его систолического утолщения [12]. Возможность выявлять нарушения локальной сократимости делает ЭхоКГ более чувствительным методом по сравнению с ЭКГ [13], однако в некоторых случаях ЭхоКГ не распознает ИМ при убедительных электрокардиографических и клинических данных.

В связи с этим тема электрокардиографической диагностики очагового поражения преимущественно нижней и прилегающих к ней областей миокарда левого желудочка в сопоставлении с данными ЭхоКГ остается весьма злободневной и актуальной.

Целью данной работы являлось выявление ограничений и ошибок интерпретации ЭКГ при постановке клинического диагноза «инфаркт миокарда нижней локализации» в сравнении с возможностями ЭхоКГ.

## Материал и методы

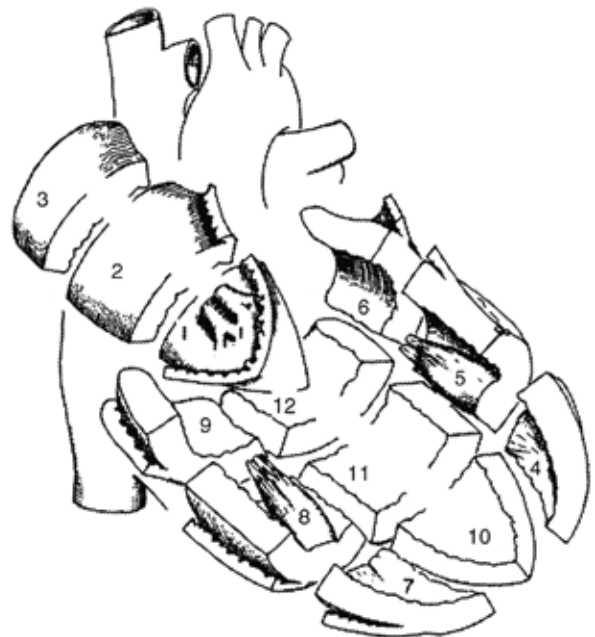
В исследование было включено 245 пациентов (187 мужчин и 58 женщин) в возрасте 49–90 лет, поступивших в ФГБУ НМИЦ кардиологии Минздрава России в период с 2016 по 2017 год с клинически подтвержденным диагнозом «инфаркт миокарда нижней стенки». Среди инструментальных диагностических методов у этих пациентов использовалась регистрация ЭКГ в 12 отведениях и проведение трансторакальной ЭхоКГ.

В клинике НИИ кардиологии НМИЦ для регистрации ЭКГ используется система Easy ECG («АТЕС МЕДИКА», Россия). Данная система используется в НМИЦ кардиологии с 2010 года и позволяет регистрировать, хранить в оцифрованном виде и проводить автоматический анализ ЭКГ-12 (измерять параметры зубцов, интервалов RR, P, PQ, QRS, QT, формировать синдромальные заключения). Полученная информация хранится в электронной базе данных кардиоцентра.

Патологические изменения комплекса QRS, которые используются для определения наличия очаговых изменений миокарда в данной работе, сводятся к широко используемым критериям:  $Q \geq 30$  мс II, III, aVF, I, V4, V5, V6;  $avL$ ,  $R V1 \geq 40$  мс,  $R V2 \geq 50$  мс [15, 21]. Эти критерии обладают высокой специфичностью у лиц 40–50 лет, при этом у молодых людей специфичность падает за счет появления большого количества ложноположительных резуль-

**Рисунок 1.** Схема зонирования отделов сердечной стенки при электрокардиографической топической диагностике ИМ (обзор справа). Миокард левого желудочка предлагается делить на три главных отдела: апикальный, средний и базальный. В каждой из этих областей рассматриваются несколько сегментов: в верхушечной – 1, 7, 10, 4, базальном – 9, 3, 6, 12, в среднем отделе – 2, 8, 11, 5. Схема рекомендована в 1983 году Комитетом по номенклатуре сегментов миокардиальной стенки [18], разработанной при картировании 24 отведений ЭКГ.

Из указанных сегментов складываются четыре стенки миокарда левого желудочка: передняя, в том числе переднеперегородочная, (1, 2, 3, 4, 5, 6), боковая (10, 11), задняя (9, 12) и нижняя (7, 8).



татов. Обширный передний ИМ предполагает наличие патологических зубцов QV1–V6, I, aVL; нижний ИМ — патологические зубцы Q в отведениях от конечностей — II, III, aVF. Непрямыми признаками наличия очагов поражения преимущественно нижней и нижнезадней локализации могут служить депрессия сегмента ST в правых прекардиальных отведениях и уширение зубца RV1–V2. Эти признаки чаще всего ассоциируются с поражениями базальных отделов ЛЖ. Особое значение уделяется оценке элевации сегмента ST в правых прекардиальных отведениях при специфических изменениях начальной части желудочкового комплекса для определения свежих очаговых изменений, в том числе при распространении ИМ на правый желудочек. Однако изолированная элевация сегмента STV1–V2 в нашей работе не оценивалась, так как этот признак часто присущ нормальной ЭКГ, а исследуемый материал касался рубцовой стадии преимущественно нижнего ИМ с возможным вовлечением смежных областей.

Аналогично эхокардиографическому делению стенок левого желудочка на сегменты в электрокардиографиче-

**Таблица 1.** Соответствие поражения КА изменениям на ЭКГ и анатомическим зонам ЛЖ при делении миокарда левого желудочка на сегменты. Адаптировано по [3] и [20].

| Пораженная КА                 | Локализация ИМ                       | ЭКГ 12                                         | Сегменты                |
|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|
| ПНА<br>Проксимальный отдел    | Обширный передний                    | Q/QS V1-V6, I, avL                             | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 |
| Дистальный отдел              | Передневерхушечный, переднебоковой   | Q/QS V1-V4, или I, avL, V5-V6                  |                         |
| ОА                            | Заднебоковой                         | R V1=40 мс<br>RV2=50 мс<br>Q/QS V5, V6, I, AVL | 10, 11, 12              |
| ПКА<br>и/или ЗДА<br>и/или ЗНА | Нижний                               | Q II, III, AVF                                 | 7, 8                    |
| ОА<br>и/или ЗДА<br>и/или ЗНА  | Нижне-задне-боковой                  | R V1-V2<br>Q/QS V5, V6, I, AVL, II, III, AVF   | 10, 11, 12<br>8, 9      |
| и/или ПНА                     | Верхушечный: передневерхушечный      | Q/QS I, V4, V5, V6                             | 7, 10, 4, 1             |
| и/или ПКА                     | задневерхушечный<br>нижневерхушечный | R avR                                          |                         |

Примечание. ПНА — передняя нисходящая артерия, ОА — огибающая артерия, ПКА — правая коронарная артерия, ЗДА — задняя диагональная артерия, ЗНА — задняя нисходящая артерия.

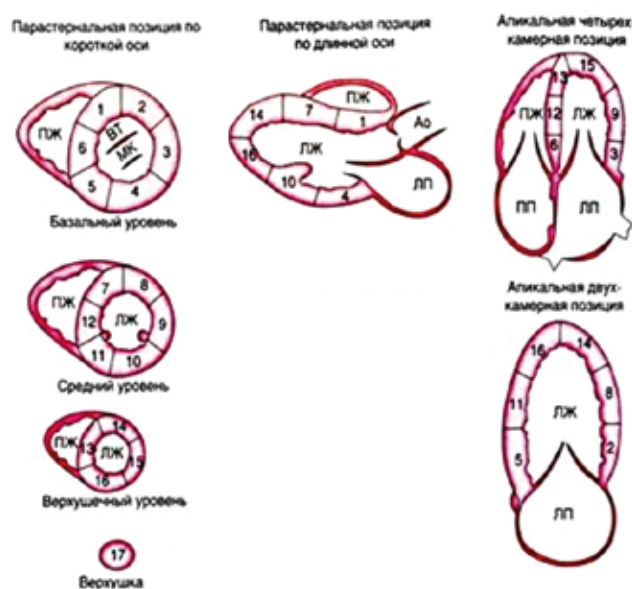
ской диагностике на основании данных картирования выделяются 12 сегментов миокарда [14, 15]. Эта система деления миокарда на сегменты, пораженные ИМ, была сконструирована по данным многочисленных исследований электрокардиографического картирования потенциалов поверхности тела человека при инфаркте миокарда, а также при сопоставлении с результатами патолого-анатомических изучений [16, 17]. На рисунке 1 представлена схема зонирования отделов сердечной стенки при топической диагностике ИМ.

В таблице 1 представлены данные по соответствию поражений КА анатомическим стенкам ЛЖ, изменениям на ЭКГ и делению миокарда левого желудочка на сегменты.

Вторым методом исследования, используемым в данной работе, являлась трансторакальная эхокардиография, проводившаяся (на аппарате GE Vivid E9) в двумерном режиме. Оценивались зоны гипокинеза (выраженное локальное уменьшение степени сокращения), акинеза (отсутствие сокращения ограниченной области сердечной мышцы) и дискинеза (парадоксальное расширение (выбухание) ограниченного участка сердечной мышцы во время систолы).

Сократительную функцию миокарда оценивали в соответствии с рекомендациями Американской ассоциации эхокардиографии, согласно которой ЛЖ условно делится на 17 сегментов, располагающихся в плоскости трех поперечных сечений сердца, зарегистрированных из левого парастерального (по длинной и короткой оси) и апикального доступов (рис. 2). В каждом из этих сегментов оцениваются характер и амплитуда движений миокарда, а также степень систолического утолщения.

**Рисунок 2.** Схема деления миокарда на сегменты для оценки локальной сократимости при ЭхоКГ. Сегменты 1, 7, 13 отражают нарушения сократимости переднеперегородочной области; 2, 8, 14 – передней стенки; 3, 9, 15 – боковой области; 4, 10 – заднебоковой стенки; 5, 11, 16 – нижней стенки ЛЖ; сегменты 6, 12, 13 – переднебоковой локализации, 7 – нарушение сократимости собственно верхушки [12, 13].



В таблице 2 представлены данные по соответствию локализации 17 сегментов трем основным уровням поражения миокарда по ЭхоКГ.

Таблица 2. Номера сегментов ЛЖ при делении миокарда левого желудочка на отделы и сегменты по данным ЭхоКГ.

| Локализация сегментов |                        |          |         |               |        |                 |          |
|-----------------------|------------------------|----------|---------|---------------|--------|-----------------|----------|
| Уровень сегмента      | Передне-перегородочный | Передний | Боковой | Задне-боковой | Нижний | Передне-боковой | Верхушка |
| Базальный             | 1                      | 2        | 3       | 4             | 5      | 6               |          |
| Средний               | 7                      | 8        | 9       | 10            | 11     | 12              |          |
| Верхушечный           | 13                     | 14       | 15      | -             | 16     | 13              | 17       |

## Результаты

Из 245 отобранных в исследование пациентов с клиническим диагнозом «инфаркт миокарда нижней стенки» 80 (32,7%) имели изолированное поражение миокарда данной локализации и 4 — изолированное поражение нижней локализации на фоне ГЛЖ. 20 пациентов (8,2%) по результатам ЭКГ и ЭхоКГ не имели убедительных данных о наличии поражения миокарда, но имели клинический диагноз «ИМ», который, вероятно, выставлялся ретроспективно по анамнестическим данным. Оставшийся 141 (57,6%) пациент имел комбинации пораженных стенок ЛЖ, которые распределялись следующим образом: 91 случай — ИМ нижнезадней локализации, 17 — нижнебоковой

локализации и 26 — ниже-задне-боковой и передней локализации, 7 — заднебоковой локализации. Данные представлены в таблице 3.

При анализе соответствия зон очагового поражения миокарда, определяемых по результатам двух методов исследования, отмечались расхождения в электрокардиографической и эхокардиографической топической диагностике. Совпадение локализации очагово-рубцовых поражений миокарда выявлялось у 85 из 245 человек (34,7%). Наибольшая доля совпадений приходилась на пациентов с изолированно нижним поражением — 67 из 85 общего числа совпадений. Топическая диагностика у данных пациентов по данным ЭКГ-12 соответствовала результатам, полученным по ЭхоКГ (визуализировалось

Таблица 3. Сравнительная характеристика критериев топической диагностики пораженных, по данным ЭхоКГ, сегментов миокарда с результатам ЭКГ.

| Локализация нарушения локальной сократимости                                                                                                                                    | Изменения ЭКГ                    | Количество совпадений *(n) |               |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|
|                                                                                                                                                                                 |                                  | ЭКГ+ / ЭхоКГ+              | ЭКГ+ / ЭхоКГ- | ЭКГ- / ЭхоКГ+ |
| Изолированно нижняя; n=80<br>Гипокинез нижних сегментов ЛЖ (5, 11, 16-й сегменты)                                                                                               | Q II,III, avF                    | 67                         | 8             | 5             |
| Нижнезадняя; n=91<br>Гипокинез нижнезадней стенки ЛЖ (4, 5, 10, 11, 16-й сегменты)                                                                                              | Высокий R в V1-V2 QII,III, avF   | 7                          | 8             | 76            |
| Нижнебоковая; n=17<br>Гипокинез нижней стенки с переходом на боковую (3, 5, 9, 11, 15, 16-й сегменты)                                                                           | Q II,III, avF, I,avL,v5-v6       | 2                          | 4             | 11            |
| Заднебоковая; n=7<br>Гипокинез заднебоковой стенки (4-й, 10-й сегменты)                                                                                                         | Высокий R v1-v2 Q I, avL,v5-v6   | 2                          | 1             | 4             |
| Нижнезаднебоковая с вовлечением передней стенки; n=26<br>Гипокинез задней, нижней, боковой, передне-перегородочной и передней (1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 17-й сегменты) | Q v1-v4; I,II,III,avF,v5-v6      | 5                          | 3             | 18            |
| Изолированно нижняя на фоне ГЛЖ; n=4<br>Гипокинез нижней (5, 11, 16-й сегменты), ТЗСАЖ = и ТМЖП >1,0 см                                                                         | Патологический Q, QS II,III, avF | 2                          | 1             | 1             |
| Пациенты без патологических изменений по результатам ЭхоКГ и ЭКГ, n=20                                                                                                          |                                  | -                          | -             | -             |
| <b>n=245</b>                                                                                                                                                                    |                                  | <b>n=85</b>                | <b>n=25</b>   | <b>n=115</b>  |

**Рисунок 3.** Пример совпадения топоики очагового поражения нижней локализации по данным ЭКГ и ЭхоКГ:  $Q_{II}, QS_{III,avF}$ ; гипо- и акинез нижних сегментов ЛЖ.



**Рисунок 4.** Совпадение электрографической топоики поражения заднебоковой локализации с результатами ЭхоКГ: высокий R в отведениях V1-V2, отношение  $R/S > 1,0$  в сочетании с патологическими Q в отведениях I, v5-v6; зоны гипоакинезии 4,10 сегментов ЛЖ.



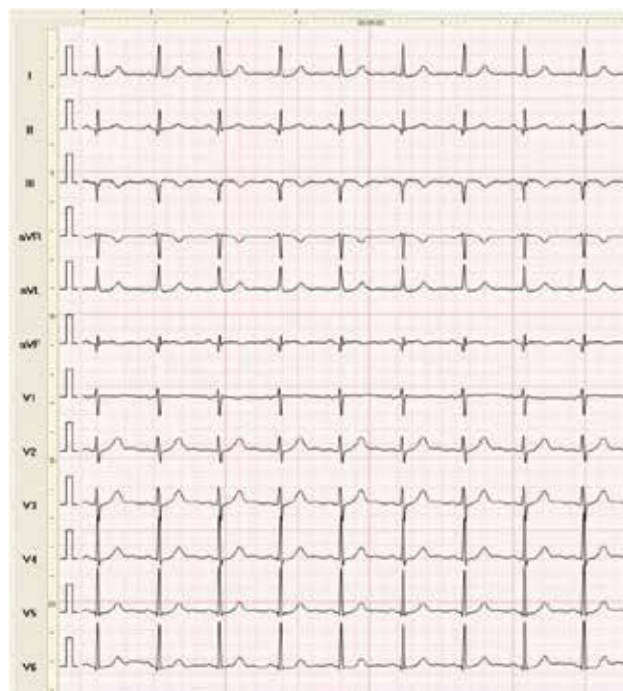
нарушение сократимости миокарда в виде зон гипо- или акинеза нижней стенки ЛЖ). На рисунке 3 представлен пример совпадения топоики очагового поражения нижней локализации по данным ЭКГ и ЭхоКГ:  $Q_{II}, QS_{III,avF}$ ; гипо- и акинез нижних сегментов ЛЖ.

Комбинированные поражения диагностировались хуже: лишь 18 пациентов (7,3%) имели одинаковые данные о топоике ИМ по результатам обоих исследований. На рис. 4 показан пример совпадения электрокардиографической комбинированной топоики поражения заднебоковой локализации с результатами ЭхоКГ. На рис. 5 дан пример, где, напротив, имеются признаки ИМ нижнезадней локализации по данным ЭКГ и отсутствуют признаки ИМ по данным ЭхоКГ.

У 145 из 245 пациентов (65,3%) отмечались ошибки в топической диагностике ИМ по данным ЭКГ-12. Большинство пациентов из этой группы (115 человек), по данным ЭКГ, не имели признаков комбинированного поражения стенок ЛЖ, однако, по данным ЭхоКГ, были обнаружены нарушения локальной сократимости нескольких сегментов ЛЖ. Наибольшие сложности обнаружены при диагностике ИМ нижнезадней локализации. У 76 пациентов из группы с гипоакинезом нижнезадней стенки ЛЖ по результатам ЭхоКГ электрокардиографически выставлялось очагово-рубцовое поражение только нижней локализации (рис. 6).

Известно [19], что при очаговых изменениях в противоположных друг другу областях ЛЖ нивелируются ЭКГ-признаки вследствие взаимодействия противопо-

**Рисунок 5.** Пример топической диагностики нижнезаднего ИМ по данным ЭКГ и отсутствия ИМ по данным ЭхоКГ:  $Q_{II}, rS_{III}, avF$ ; с дугообразными ST и отрицательными T II, III, avF; высокий R V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>. По результатам ЭхоКГ зон нарушения локальной сократимости нет.



**Рисунок 6.** Пример несовпадения топической диагностики нижнезаднего ИМ. По данным ЭКГ выявляются очагово-рубцовые изменения только нижней локализации. По результатам ЭхоКГ гипокинез нижнезадней стенки ЛЖ.



**Рисунок 7.** Пример ложноотрицательной диагностики очагово-рубцового поражения миокарда нижней стенки на фоне переднеперегородочного рубца (QS в v1-v2, qR V3; снижение ST и отрицательный T в I, aVL, v3-v6 без патологических зубцов Q II, III, aVF). На ЭхоКГ гипокинезия переднеперегородочных и нижнезадних сегментов.



ложно направленных векторов. В таких случаях даже обширные инфаркты миокарда могут не сопровождаться заметными изменениями ЭКГ. В нашей группе из 26 случаев очагово-рубцовых изменений миокарда одновременно нижней и передней стенок, по данным ЭхоКГ, лишь у 8 пациентов на ЭКГ выявлялись признаки комбинированных поражений. В 18 случаях наличие переднего ИМ нивелировало признаки нижнего очага. На рисунке 7 показан пример ложноотрицательной ЭКГ-диагностики очагово-рубцового поражения миокарда нижней стенки на фоне электрокардиографически выявляемого переднеперегородочного рубца. На ЭхоКГ гипокинезия переднеперегородочных и нижнезадних сегментов.

Наличие гипертрофии левого желудочка (4 случая) не мешает выявлению очагово-рубцовых изменений миокарда (по 1 ЛО случаю, по данным ЭхоКГ и ЭКГ).

Как следует из таблицы 2, рекомендованные критерии топической ЭКГ-диагностики ИМ нижней (изолированной и сочетанной) локализации позволили выявить 110 из 245 (44,9%) случаев клинически подтвержденного ИМ.

## Обсуждение

Топическая ЭКГ-диагностика очагово-рубцового поражения миокарда достаточно чувствительна и специфична,

хотя цифры чувствительности различны для разных локализаций очагово-рубцовых изменений. Наилучший процент выявления отмечается при передней локализации ИМ. При нижнем ИМ имеется небольшой процент ложноположительных и ложноотрицательных результатов. На распознавание ИМ нижней стенки, который часто распространяется на соседние области [19, 20], оказывают большое влияние позиционные особенности сердца и нарушения внутрижелудочковой (в-ж) проводимости. В норме при высоком стоянии диафрагмы и горизонтальной позиции сердца зубцы Q/QS могут обнаруживаться в отведениях III, aVF. Непатологические зубцы q (как часть комплекса qRs) возможны в II, III, aVF и левых грудных отведениях (V4-V6) в норме. Съемка ЭКГ на вдохе является основным методическим приемом для дифференциации очаговых и позиционных изменений комплекса QRS в нижних отведениях [21].

Этими причинами объясняется большой процент ложной диагностики очаговых поражений нижней стенки с помощью программ автоматической диагностики, не использующих анализ ЭКГ при съемке на вдохе. Так, в работе [22] при автоматическом анализе 13000 ЭКГ в 319 случаях был диагностирован ИМ нижней локализации, и лишь у 184 пациентов (58%) этот ИМ был подтвержден анамнестическими, клиническими и данными других визуализирующих методов.

Часты ошибки выявления нижних очагов при нарушении внутрижелудочковой проводимости, особенно по правой ножке пучка Гиса, когда в третьем отведении может присутствовать зубец Q.

«Псевдоочаговые» физиологические изменения ЭКГ, напоминающие признаки очагов ишемии, повреждения и некроза, бывают при ряде физиологических состояний. Поэтому у больных ИБС, когда анализ ЭКГ не сопровождается соответствующей клинической картиной ОКС и проводится в холодный период заболевания, т.е. в рубцовую стадию ИМ, врачу приходится проводить дифференциальную и топическую диагностику очагово-рубцовых изменений, используя для сопоставления не только клинические данные, но и данные визуализирующих методов. В данном исследовании таким методом была ЭхоКГ.

Полученные нами данные по сопоставлению информативности двух методов ЭКГ и ЭхоКГ показали, что полное совпадение топической диагностики очагово-рубцового поражения миокарда преимущественно нижней стенки было установлено в 34,7%. Этот низкий процент выявления преимущественно нижнего ИМ подтверждается и другими исследованиями [4, 23, 24]. Наибольшая доля совпадений (78,8%) приходилась на пациентов с изолированно нижним поражением — 67 из 85 общего числа совпадений. Наибольшая доля расхождений (83,5%) приходилась на пациентов с нижнезадним поражением — 76 из 91 общего числа случаев нижнезаднего ИМ. На втором месте по расхождению диагнозов была диагностика ИМ, распространяющегося на нижнебоковую поверхность. 11 из 17 (64,7%) случаев такой локализации были не распознаны по данным ЭКГ.

Зоны регистрации отклонений ЭКГ при различной топике ИМ соответствуют зонам кровоснабжения миокарда коронарными артериями. Для окклюзии ПНА характерны изменения ЭКГ в грудных отведениях, при этом в левых отведениях элевация может быть более выражена, чем в правых грудных отведениях. Почти такие же изменения ЭКГ возможны при окклюзии ЛКА [25]. Однако нет такой очевидной связи локализации ИМ с поражением ОА. Анатомически кровоснабжаемая ею зона распространяется на заднебоковую поверхность ЛЖ. Поражение этой артерии чаще всего сопровождается немymi электрокардиографическими зонами [17]. Установлено, что на наличие заднебокового очагового процесса могут указывать лишь косвенные признаки, а именно депрессия сегмента ST, инверсия волны Т и большие волны R в отведениях V1-V3, наблюдаемые в острую стадию ИМ. В период сформировавшегося рубца никаких патологических отклонений на ЭКГ при данной локализации ИМ, как правило, уже не выявляется. Очень часто встречается такая комбинация топике поражения — ниже-задне-боковой ИМ, где на ЭКГ могут присутствовать признаки нижнего ИМ и отсутствовать признаки заднебокового инфаркта.

Фронт волны активации. Отсутствие прямых признаков ИМ при заднебоковой локализации связывают с особенностью распространения фронта волны деполяризации в этих отделах сердца. Базальные и базально-боковые области сердца охватываются возбуждением позже (на 60 мс), поэтому патологических знаков в виде зубца Q на ЭКГ в

этих случаях появиться не может. Эхокардиографический метод, напротив, может выявить нарушения сократимости этих отделов.

Размер ИМ и изменения ЭКГ. Несмотря на то что окклюзия коронарных артерий порождает целый спектр изменений — от отсутствия патологии до массивных инфарктов, каждому размеру повреждения соответствует довольно типичная анатомия. В большинстве случаев инфаркты увеличенных размеров развиваются по модели Reimmer et al. [26] в любом коронарном бассейне. Малые инфаркты, занимающие два-три сантиметра в диаметре, обычно ограничены субэндокардиальной половиной миокардиальной стенки и не распознаются на поверхностной ЭКГ. Умеренные четырех-шестисантиметровые повреждения, как правило, распространяются в субэпикардиальную половину стенки на одну треть, тогда как периферические две трети их находятся субэндокардиально. Наиболее крупные инфаркты имеют похожую геометрию, простираясь к эпикарду центральной третью. Топическая диагностика с учетом этих особенностей представлена в работах [27]. Размеры очагового поражения являются второй основной составляющей ложноотрицательной электрокардиографической диагностики [3]. Вместе с тем чем больше глубина некроза, тем больше оказывается продолжительность и амплитуда зубца Q [19].

Чувствительность традиционных ЭКГ-критериев инфаркта. В контролируемых патолого-анатомических исследованиях специфичных ядерных ангиографических и аутопсийных исследований [7–11] была продемонстрирована низкая чувствительность традиционных ЭКГ-критериев инфаркта. Данные показали, что от 40 до 50% всех излеченных инфарктов размерами 2 см и более не ассоциировались с классическими инфарктными изменениями QRS. Причины низкой чувствительности кроются как в электрофизиологических особенностях распространения волны возбуждения, так и в размерах инфарктных очагов, их множественности, симметричности и нарушениях в-ж-проводимости, маскирующих их наличие.

По данным [23, 24], частота отсутствия классических ЭКГ-признаков ИМ следующая:

15% всех инфарктов ограничены основанием и задне-латеральной стенкой ЛЖ, которые активируются во второй половине QRS и поэтому не производят первоначальных QRS-изменений;

20% инфарктов малы — 2-3 см в диаметре. Они вовлекают менее 10% ЛЖ и имеют только различные зазубренности комплекса QRS и снижение амплитуды зубца R или другие неклассические изменения QRS;

7% множественны, и хотя их общая площадь больше, чем 2–3 см, взаимная нейтрализация разнонаправленных потенциалов приводит к их нейтрализации. Например, типичный передний инфаркт может маскироваться вторым нижним и заднебоковым инфарктом и наоборот;

5% всех инфарктов развиваются на фоне предсуществующей или вновь возникшей блокады левой ножки пучка Гиса или желудочковой стимуляции. Наличие этих аномалий проводимости мешает диагностике ИМ с помощью классических общепринятых критериев;

3% пациентов имеют диффузную ишемическую кардиомиопатию без классических инфарктных изменений QRS.

Подавляющее большинство этих пациентов имеют высокочастотные насечки от середины до конца затухания векторов QRS, ненормальное соотношение R/S или R/Q или другие изменения. При наличии доступных для сравнения предыдущих ЭКГ отсутствие динамических изменений является предиктором неизменной вентрикулограммы с высокой, 98-процентной достоверностью. В свою очередь, величина и длительность изменений, если они присутствуют, хорошо коррелируют ( $p=0,92$ ) с размером нового повреждения или с изменением фракции выброса ЛЖ (ФВЛЖ), определяемых по ВГ [8]. Поэтому для диагностики мелких, 2-3-сантиметровых инфарктов классические критерии должны быть расширены включением малых изменений, таких как атипичные насечки, «выкусы» или «смазанности», указывающие на сохранность части миокардиальных волокон, ненормальное соотношение R/S или R/Q, и других связанных изменений [7–11]. При интеграции этих расширенных критериев в оценку серий ЭКГ значительно возрастают чувствительность и специфичность диагностики ИМ.

Эффективность эхокардиографической диагностики также не является 100-процентной, хотя ее информативность существенно превышает информативность метода ЭКГ. По нашим данным, в 200 случаях из 245 (81,6%) метод ЭхоКГ оказался информативным, в 25 случаях (18,4%) — неинформативным. При этом в 20 случаях клинически подтвержденного перенесенного ИМ ни ЭхоКГ, ни ЭКГ не

выявляли ИМ. Это касалось 23,5% случаев нижнебокового ИМ, 14,3% — заднебокового ИМ, 11,5% — ниже-задне-бокового ИМ, 8,8% — нижнезадней локализации. Эти цифры означают, что по результатам ЭхоКГ сложнее диагностируются ИМ нижней и прилежащей боковой стенки. Сегменты 3, 4, 9, 10, 15 оказываются в наихудшей доступности сканера при неудовлетворительном качестве ультразвукового окна.

## Заключение

При диагностике изолированных и комбинированных поражений миокарда преимущественно нижней локализации частота совпадения результатов топической диагностики ЭхоКГ и ЭКГ-12 составляет 34,7% случаев. Наибольшая частота совпадений определяется при изолированном нижнем ИМ. Немыми зонами ЭКГ-диагностики являются заднебоковые отделы ЛЖ в силу более позднего времени активации этих структур. При комбинированных поражениях методика ЭхоКГ позволяет более точно локализовать очагово-рубцовое поражение миокарда. Наиболее труднодоступной зоной для ЭхоКГ-диагностики оказались ИМ нижней локализации с распространением на боковую стенку. Комплексное использование ЭхоКГ и ЭКГ значительно повышает их диагностическую ценность при определении топике очагового поражения миокарда.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 21.06.2019

Принята в печать 19.09.2019

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Патопфизиология сердечно-сосудистой системы/под ред. Леонард С. Лилли; пер. с англ., 4-е изд. Бином, 2016. — С. 83—131.
2. Шальнова С.А., Оганов Р.Г., Деев А.Д. Оценка и управление суммарным риском сердечно-сосудистых заболеваний у населения России. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. — 2004. — Т. 3. — № 4. — С. 4—11.
3. Selvester R.H., Strauss D.G., Wagner G.S. Myocardial infarction //in: *Electrocardiology Comprehensive Clinical ECG*/ed Macfarlane P.W. Van Oosterom A., Janse M. et al. Springer, 2012. — P. 170—264.
4. Де Луна А.Б. Руководство по клинической ЭКГ. Москва, Медицина. 1993. 704 стр.
5. Ikeda K., Tomoike H. Use of body surface electrocardiographic mapping to localize the synergic site in previous myocardial infarction. *J. Electrocardiol.* 1990, 23: 13—22, by body surface mapping //Satellite Symposium on Body Surface Mapping and High Resolution Electrocardiography Yokohama. — 1994. — P. 67—75.
6. Selvester R.H., Solomon J.C., Pearson R.B. ECG body surface map criteria for quantifying infarct, as derived from computer simulations, in 3rd International Symposium on Body Surface Mapping. Dordrecht: Martinus Nijhoff, Publ. Co., 1985.
7. Wagner G.S., Freye C.J., Palmeri S.T. et al. Evaluation of a QRS scoring system for estimating myocardial infarct size. I. Specificity and observer agreement. *Circulation*. 1982;65: 342—347.
8. Palmeri, S.T., Harrison D.G., Cobb F.R. et al. A QRS scoring system for assessing left ventricular function after myocardial infarction. *N. Engl. J. Med.* 1982;306: 4—9.
9. Roark S.F., Ideker R.E., Wagner G.S. et al. Evaluation of a QRS scoring system for estimating myocardial infarct size.III. Correlation with quantitative anatomic findings for inferior infarcts. *Am. J. Cardiol.*, 1983;51: 382—389.
10. Ward R.M., White R.D., Ideker R.E. et al. Evaluation of a QRS scoring system for estimating myocardial infarct size. IV. Cor-relation with quantitative anatomic findings for posterolateral infarcts. *Am. J. Cardiol.*, 1984;53: 706—714.
11. Ideker R.E., Wagner G.S., Selvester R.H. Anatomic validation of computer model ECG criteria for infarct size and location, in *Computerized Interpretation of ECG VII*, Proceedings of the Engineering Foundation Conference, M.M. Laks. Editor. New York: Engineering Foundation, 1982, pp. 147—152.
12. ЭхоКГ понятным языком/ А.Лутра; пер. с англ., 3-е изд. — М.: *Практическая медицина*, 2017. — с. 70—90.
13. Эхокардиограмма: анализ и интерпретация / А.В. Струтынский. — М.: МЕДпресс-информ, 2012. — 6-е изд. — 208 с.: ил.
14. Ideker R.E., Wagner G.S., Ruth W.K. et al. Evaluation of a QRS scoring system for estimating myocardial infarct size. II. Correlation with quantitative anatomic findings for anterior infarcts. *Am. J. Cardiol.*, 1982; 49: 1604—1614.
15. Horan L.H., Flowers N.C., Jonson J.C. Significance of the diagnostic Q wave of myocardial infarction. *Circulation*, 1971;43:428—436.
16. Engblom H., Hedstrom E., Heiberg E. et al. Size and transmural extent of first-time reperfused myocardial infarction assessed by cardiac magnetic resonance can be estimated by 12-lead electrocardiogram. *Am. Heart J.* 2005;150: 920.
17. Madrid W.L., Hindman N.B., Wagner G.S., Selvester R.H. *Infarct size by on-line computer analysis of ECG in a bedside microprocessor ECG cart, in Computers in Cardiology*, Proceedings of the IEEE Computer Society, Los Angeles, CA, 1984, pp. 325—328.
18. Wagner G.S., Cowan M.J., Flowers N.C. et al. *Nomenclature of myocardial wall segments*. Committee report. Computerized Interpretation of the ECG VIII. Proceeding of Engineering Conference, vol. 222, Selvester RH, editor. NJ, 1983.
19. *Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram* 2009; Circulation is published February 19, 2009 by the American Heart Association, 7272 Greenville Avenue, Dallas, TX 75231.
20. *Кардиология. Практика*. Москва. 2011. С.1248. Под ред. Б. Гриффин, Э.Тополь. Глава 1 Инфаркт миокарда Д.Вивекантантан, М.Лоэр. 31—59.
21. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction/ *European Heart Journal* (2018) 00, 1—33.
22. Рябыкина Г.В., Соболев А.В., Сахнова Т.А., Блинова Е.В. *Дистанционная передача ЭКГ и системы централизованного анализа и архивирования ЭКГ. Опыт использования системы Easy ECG в ФГБУ «РКНПК» МЗСР России*. М.: ФГБУ «РКНПК» МЗСР России, 2012.
23. Johnson W.J., Anchor R.W., Burchell H.B., Edwards J.E. *Unrecognized*

- myocardial infarction; a clinicopathologic study. *AMA Arch. Intern. Med.*, 1959;103: 253-261.
24. Woods J.D., Laurie W., Smith W.G. The reliability of the electrocardiogram in myocardial infarction. *Lancet*, 1963;2:265-269.
25. Wagner G., Lim T., Gettes L. et al. Consideration of pitfalls in and omissions from the current ECG standards for diagnosis of myocardial ischemia/infarction in patients who have acute coronary syndromes. *Cardiol. Clin.*, 2006;24: 331-342.
26. Reimer K.A., Lowe I.E., Rasmussen M.M. The wavefront phenomenon of ischemic cell death. 1. Myocardial infarct size vs. duration of coronary occlusion in dogs. *Circulation*, 1977;56: 786-794.
27. *Функциональная диагностика сердечно-сосудистых заболеваний*. Под ред. Беленкова Ю.Н., Терновой С.К. Москва. «Геотар-Медиа» 2007. Рябыкина Г.В. Глава 2. Электрокардиография. С. 47-224.