

Н.Т. Ватутин^{1,2}, Н.В. Калинкина², Е.В. Ещенко²

¹ Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В.К. Гусака НАМН Украины, Донецк

² Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького

Электрокардиограмма в диагностике инфаркта миокарда

В статье изложены данные об электрокардиографической диагностике инфаркта миокарда. Подробно рассмотрены критерии диагностики различных типов инфаркта миокарда. Описаны состояния, затрудняющие диагностику инфаркта миокарда.

Ключевые слова: инфаркт миокарда, диагностика, электрокардиограмма.

Несмотря на появление в арсенале врача современных высокоточных инструментальных и лабораторных методов диагностики, рутинный анализ электрокардиограммы (ЭКГ) – это неотъемлемая часть обследования пациентов с подозрением на ишемическую болезнь сердца (ИБС) и инфаркт миокарда (ИМ) в частности [5, 7, 14, 23].

Острый инфаркт миокарда

По данным ЭКГ традиционно выделяют крупноочаговый и мелкоочаговый ИМ [2].

При крупноочаговом (трансмуральном) ИМ на ЭКГ наблюдают патологический зубец Q (QS) и динамическое изменение конечной части желудочкового комплекса (ИМ с зубцом Q). При мелкоочаговом (ИМ без зубца Q) динамически изменяются только конечная часть комплекса QRS – сегмент ST (депрессия) и зубец T (инверсия). В отличие от стенокардии, при ИМ без зубца Q указанные изменения сохраняются длительно (дни, недели, месяцы). Регулярное наблюдение за ЭКГ позволяет клиницисту датировать ишемическую катастрофу, предполагать, какая из артерий связана с инфарктом, и определять объем пострадавшего миокарда [3, 28].

Только ЭКГ обычно недостаточно для диагностики острой ишемии или ИМ, поскольку изменение сегмента ST может выявляться и при других заболеваниях, таких как острый перикардит, гипертрофия левого желудочка, блокада левой ножки пучка Гиса, синдромы Бругада

или ранней реполяризации [25]. Кроме того, зубец Q может определяться вследствие фиброза миокарда при отсутствии ИБС, например, при гипертрофической, дилатационной или рестриктивной кардиомиопатии. Патологический зубец Q нередко появляется и у больных тяжелыми миокардитами.

Изменения ЭКГ при ИМ могут быть обнаружены в сегментах PR и ST, комплексе QRS или зубце T. Наиболее ранние проявления ишемии миокарда – изменения сегмента ST или зубца T [10, 20]. Остро возросшая амплитуда симметричного зубца T, по меньшей мере, в двух смежных отведениях, вероятно, является самым ранним электрокардиографическим признаком ишемического повреждения миокарда, предшествующим элевации сегмента ST.

Кроме того, возросшую амплитуду и ширину зубца R («гигантский» R с уменьшенным зубцом S) часто выявляют в отведениях, где есть элевация сегмента ST и высокие зубцы T, что отражает нарушение проводимости в ишемизированном миокарде [8], а транзиторные зубцы Q могут определяться во время эпизода острой ишемии или острого ИМ с успешной реперфузией [15].

Электрокардиографические критерии острой ишемии миокарда, которая может привести к ИМ (при отсутствии гипертрофии левого желудочка и блокады левой ножки пучка Гиса):

1. Элевация сегмента ST

Новая элевация сегмента ST от точки J в двух смежных отведениях: $\geq 0,2$ мВ у мужчин и

$\geq 0,15$ мВ у женщин в отведениях V2–V3 и/или $\geq 0,1$ мВ в других отведениях (рис. 1).

2. Депрессия сегмента ST и изменения зубца T.

Новая горизонтальная или нисходящая депрессия сегмента ST $\geq 0,05$ мВ в двух смежных отведениях и/или инверсия зубца T $\geq 0,1$ мВ в двух смежных отведениях с преобладающим зубцом R или отношением R/T > 1 .

Смежными отведениями ЭКГ считают: передние – V1–V6, нижнебазальные – II, III, aVF, и боковые/апикальные – I и aVL [6, 12]. Дополнительные отведения, такие как V3R и V4R, отражают потенциалы свободной стенки правого желудочка.

Иногда при острой ишемии миокарда могут выявляться характерные изменения сегмента ST и зубца T только в одном отведении, что также не исключает ИМ.

При определении локализации ишемии миокарда или его некроза следует учитывать те отведения ЭКГ, в которых имеет место патологический зубец Q или элевация сегмента ST, а не его депрессия [9, 29]. Однако депрессия сегмента ST в отведениях V1–V3 всегда свидетельствует об ишемии миокарда, особенно если зубец T в V3 положительный и имеется элевация сегмента ST $\geq 0,1$ мВ в отведениях V7–V9 [4, 16].

С целью выявления сопутствующего инфаркта правого желудочка пациентам с подозрением на ИМ нижней стенки целесообразно снимать правые прекардиальные отведения (V3R и V4R) [13, 21].

Во время острого эпизода дискомфорта или боли за грудиной нормализация ранее инвертированного зубца T может свидетельствовать об

острой ишемии миокарда. Кроме того, следует помнить, что эмболия легочной артерии, различные внутрисерпные процессы (ишемический или геморрагический инсульт, опухоль), перикардиты также могут сопровождаться патологическими изменениями сегмента ST и зубца T.

Диагностика ИМ затрудняется при наличии блокады левой ножки пучка Гиса, для которой характерны депрессия сегмента ST и инверсия зубца T в отведениях I, aVL и V5–V6, или блокады правой ножки (с подобными изменениями ST-T в отведениях V1–V3). В таких случаях, помимо тщательного анализа ЭКГ в динамике, необходимо учитывать клинические признаки и данные других дополнительных диагностических методов [22, 26].

Некоторые пациенты с элевацией сегмента ST или новой блокадой левой ножки пучка Гиса внезапно погибают еще до изменения биомаркеров или появления явных гистологических признаков некроза миокарда. Причиной смерти таких лиц следует считать фатальный ИМ [23].

Помимо клиники, изменения на ЭКГ являются основным диагностическим критерием и острого коронарного синдрома (ОКС). Для ОКС с подъемом сегмента ST характерна элевация сегмента ST на 1 мм и более не менее чем в двух смежных отведениях ЭКГ (рис. 2) либо появление острой полной блокады левой ножки пучка Гиса.

При ОКС без подъема сегмента ST положение сегмента либо не меняется, либо наблюдается его депрессия и изменяется зубец T (уплощение, инверсия) (рис. 3).

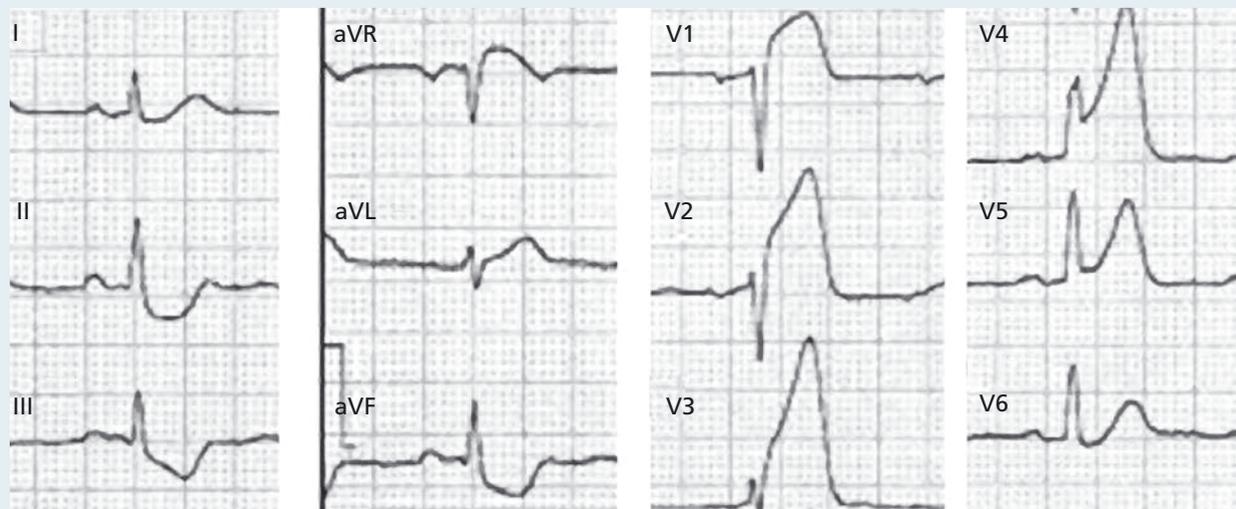


Рис. 1. Острая ишемия миокарда. Элевация сегмента ST в отведениях V1–V5

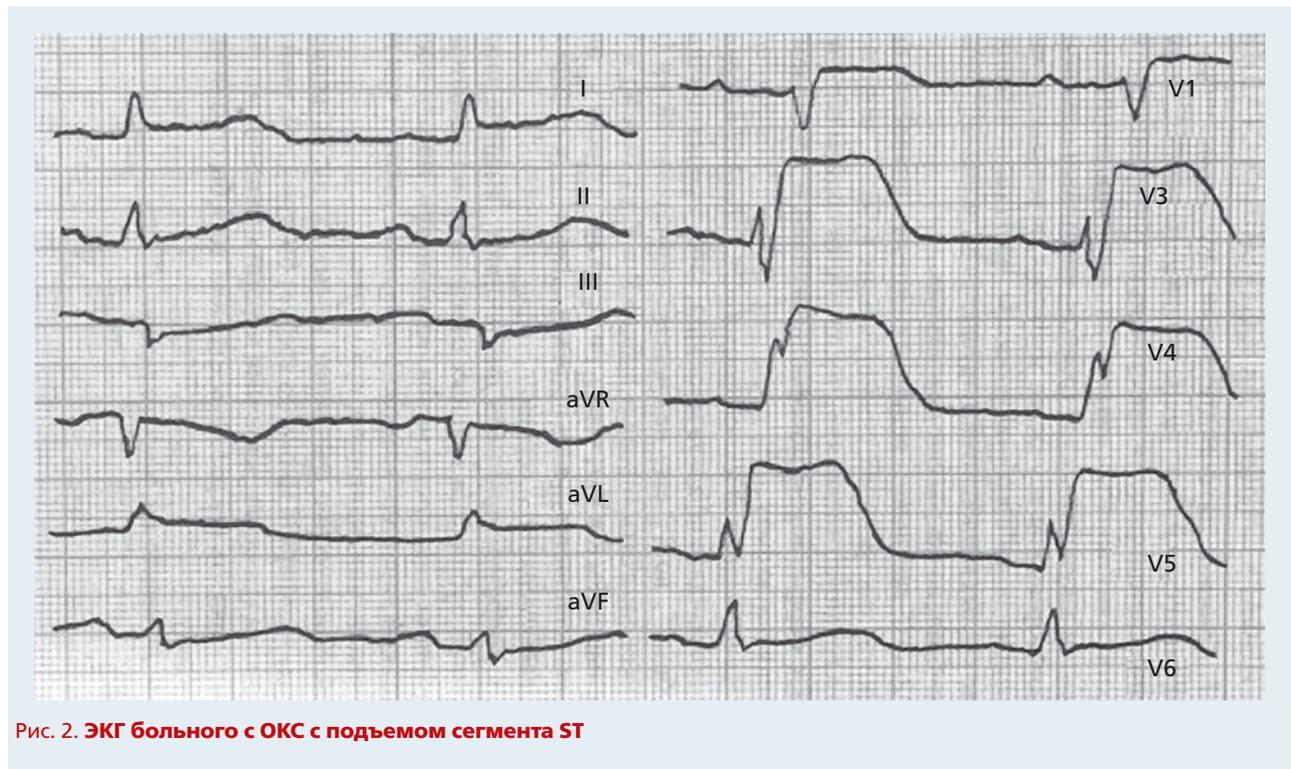


Рис. 2. ЭКГ больного с ОКС с подъемом сегмента ST

Перенесенный инфаркт миокарда

«Патологические» зубцы Q или комплексы QS при отсутствии динамических изменений QRST обычно являются патогномоничными для

перенесенного ИМ (постинфарктного кардиосклероза) [11, 17].

Изменения на ЭКГ, связанные с перенесенным инфарктом миокарда:

1. Любой зубец Q в отведениях V2–V3 $\geq 0,02$ с или комплекс QS в V2 и V3 (рис. 4).

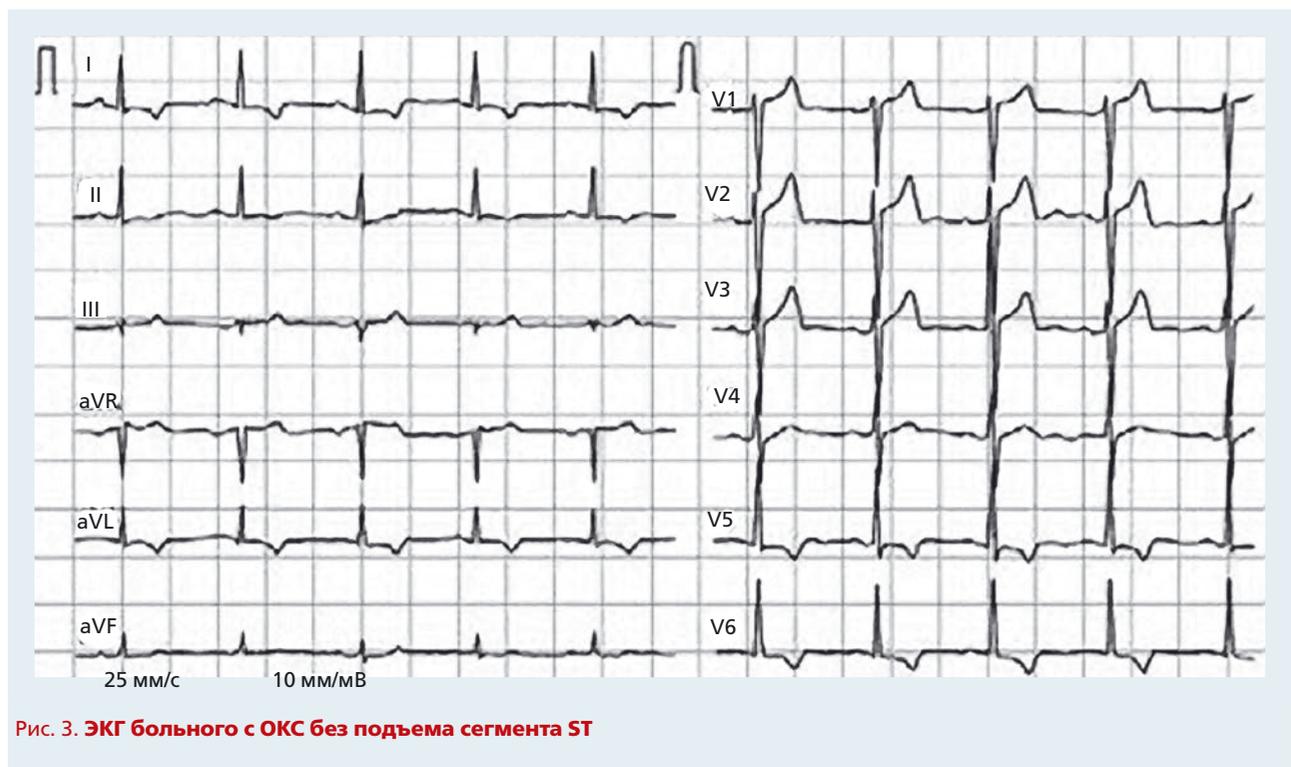


Рис. 3. ЭКГ больного с ОКС без подъема сегмента ST



Рис. 4. «Патологические» зубцы Q в отведениях V2–V3 у больного с постинфарктным кардиосклерозом и бифасцикулярной блокадой (правой ножки пучка Гиса и передней ветви левой ножки пучка Гиса)

2. Зубец Q $\geq 0,03$ с и $\geq 0,1$ мВ глубиной или комплекс QS в любых двух смежных отведениях – I, aVL, V6; V4–V6; II, III, aVF.

3. Зубец R $\geq 0,04$ с или отношение R/S ≥ 1 с конкордантным положительным зубцом T в отведениях V1–V2 (при отсутствии нарушений внутрижелудочковой проводимости).

Специфичность электрокардиографической диагностики ИМ считается высочайшей, когда зубец Q выявляется в нескольких отведениях. Девиация ST или только изменения зубца T считаются неспецифичными для некроза миокарда признаками. Однако если эти признаки выявляются в тех же отведениях, что и зубец Q, вероятность ИМ существенно возрастает. Например, зубец Q $\geq 0,02$ и $< 0,03$ с или $\leq 0,1$ мВ глубиной может свидетельствовать о перенесенном ИМ, если он сопровождается инверсией зубца T в тех же отведениях.

ЭКГ, «застывшая» в острой или подострой фазе ИМ, характерна для постинфарктной аневризмы сердца (рис. 5).

Другие распространенные алгоритмы выявления ИМ по данным ЭКГ, такие как Minnesota code, Novacode, WHO MONICA, оценивают глубину, ширину зубца Q или его соотношение с амплитудой зубца R. Так, на основании наличия зубца Q глубиной $1/3$ или $1/5$ амплитуды зубца R в эпидемиологических и клинических исследованиях выявляют лиц, перенесших ИМ [18, 19].

Факторы, затрудняющие электрокардиографическую диагностику инфаркта миокарда

Наличие комплекса QS в отведении V1 обычно считается нормой. Зубец Q $< 0,03$ с и

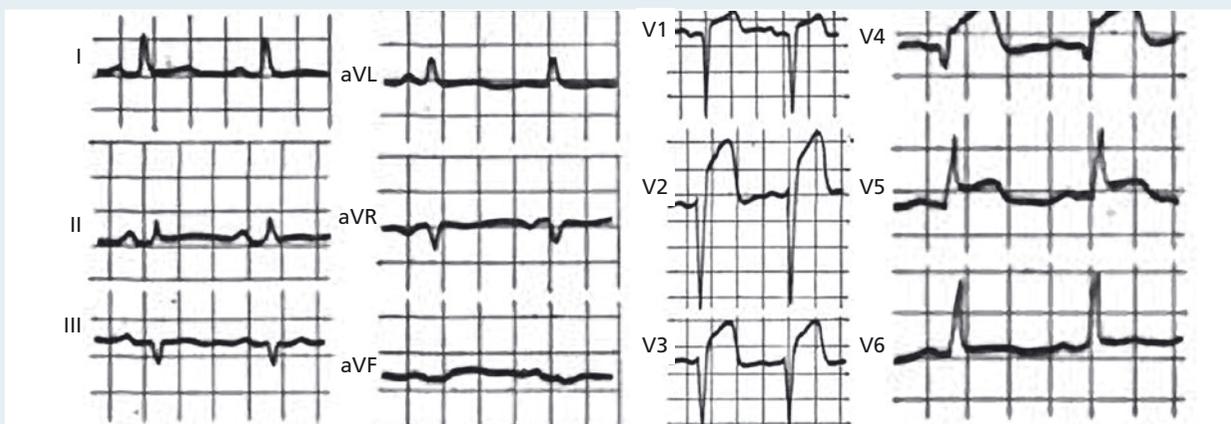


Рис. 5. ЭКГ больного с аневризмой передней стенки левого желудочка после ИМ с зубцом Q, перенесенного год назад

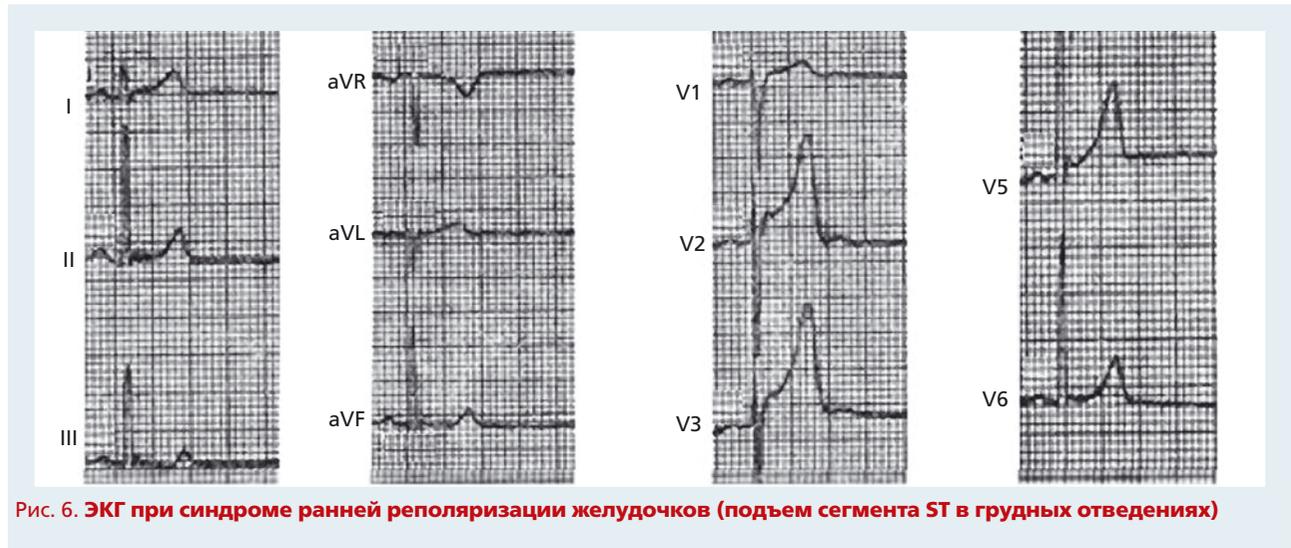


Рис. 6. ЭКГ при синдроме ранней реполяризации желудочков (подъем сегмента ST в грудных отведениях)

<1/4 амплитуды зубца R в отведении III также считается нормальным, если фронтальная ось QRS находится между 30° и 0° . Зубец Q также можно расценивать как норму в отведении aVL, если фронтальная ось QRS находится между 60° и 90° .

Зубец Q также считается непатологическим, если он $< 0,03$ с и $< 1/4$ амплитуды зубца R в отведениях I, aVL, aVF, V4–V6. Обструктивная или дилатационная кардиомиопатия, блокада левой или правой ножек пучка Гиса, гипертрофия левого и правого желудочков, миокардиты, *cor pulmonale*, гиперкалиемия могут проявляться комплексами Q/QS при отсутствии ИМ.

Факторы, затрудняющие электрокардиографическую диагностику инфаркта миокарда Симулирующие ИМ

- Синдром ранней реполяризации желудочков (рис. 6)
- Гипертрофическая кардиомиопатия (рис. 7)
- Блокада левой ножки пучка Гиса
- Синдром преждевременного возбуждения желудочков
- Синдром Бругада (рис. 8)
- Пери-/миокардит
- Эмболия легочной артерии
- Субарахноидальное кровоизлияние
- Метаболические нарушения (гиперкалиемия, анемия)

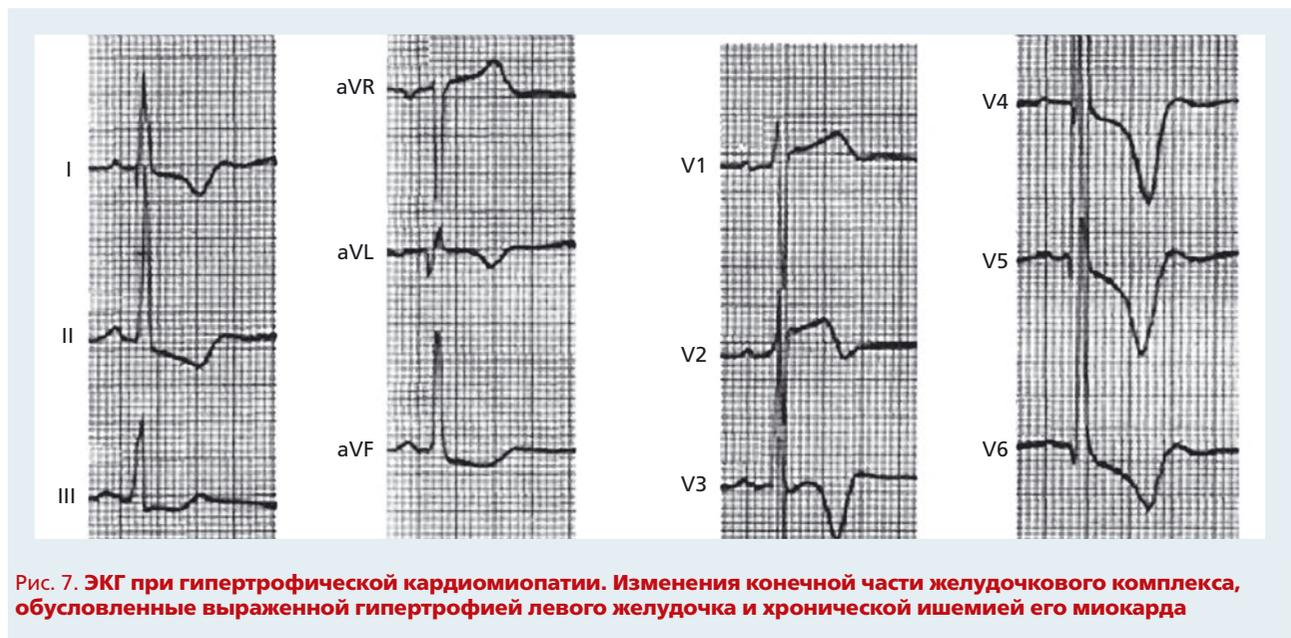


Рис. 7. ЭКГ при гипертрофической кардиомиопатии. Изменения конечной части желудочкового комплекса, обусловленные выраженной гипертрофией левого желудочка и хронической ишемией его миокарда

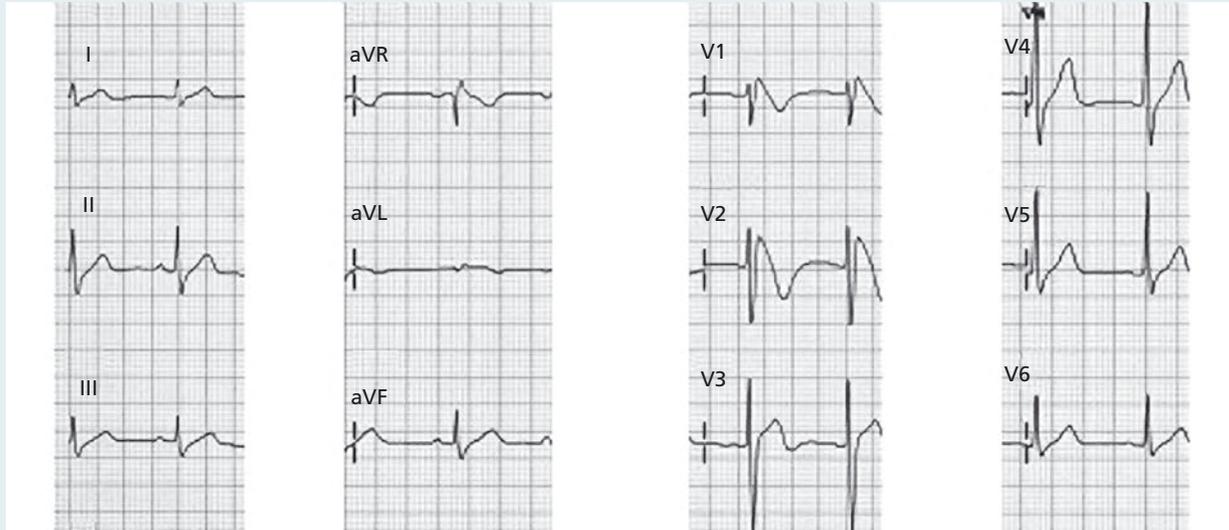


Рис. 8. ЭКГ больного с синдромом Бругада (подъем сегмента ST в правых грудных отведениях на фоне блокады правой ножки пучка Гиса)

- Ошибки в определении расположения точки J
- Острый холецистит, панкреатит

Нивелирующие ИМ

- Предшествующий ИМ с зубцом Q и/или стойкой элевацией сегмента ST
- Наличие искусственного водителя ритма
- Блокада левой ножки пучка Гиса

Повторный инфаркт миокарда

Предшествующие изменения на ЭКГ затрудняют диагностику повторного ИМ. Тем не

менее, ИМ следует считать повторным, если у пациентов с элевацией сегмента ST амплитуда ее возрастает либо возникают новые подъем сегмента ST $\geq 0,1$ мВ или патогномичный зубец Q, по меньшей мере, в двух других смежных отведениях (особенно если есть связь с ишемическими симптомами, длившимися 20 мин и более). Однако вновь возникшая элевация сегмента ST может свидетельствовать и об угрожающем разрыве миокарда, что требует дополнительного диагностического обследования такого пациента. И, наконец, депрессию сегмента ST или возникшую внезапно блокаду левой ножки пучка Гиса не следует рассматри-

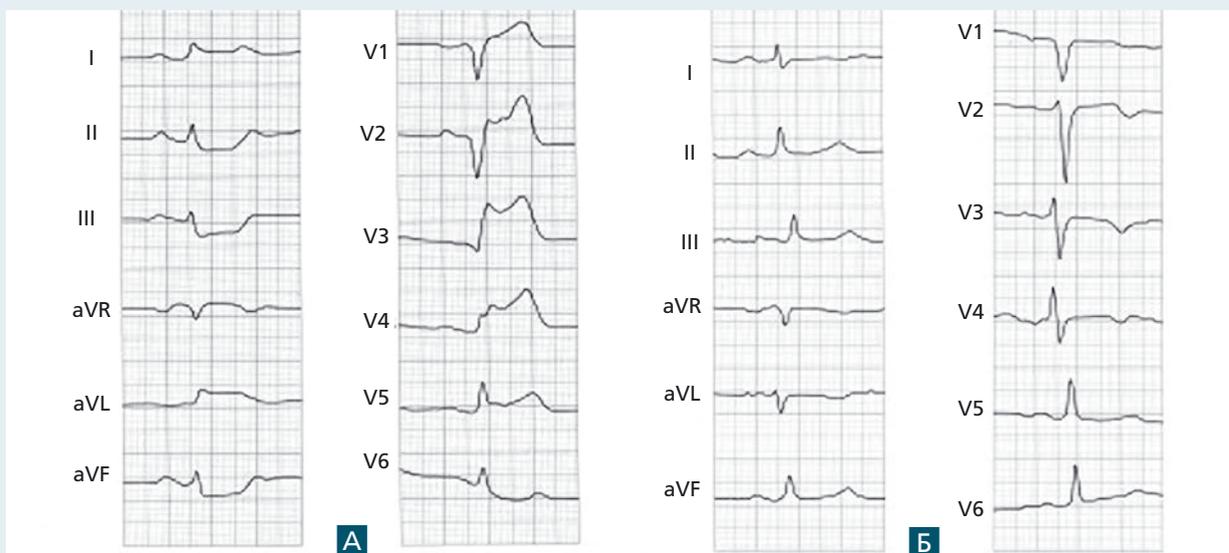


Рис. 9. Успешное восстановление коронарного кровотока с помощью тромболитика у больного с ИМ: А – до тромболитика; Б – после тромболитика альтеплазой

вать как обоснованный критерий повторного ИМ [23].

ЭКГ при коронарной реваскуляризации

Динамическое наблюдение за ЭКГ при тромбозисе и ургентных чрескожных коронарных вмешательствах (ЧКВ) позволяет оценить их эффективность. Помимо клинических признаков (прекращение боли), такие электрокардиографические проявления, как уменьшение подъема сегмента ST более чем на 70 % (рис. 9) и пробежки ускоренного идиовентрикулярного ритма, весьма специфичны для успешного восстановления коронарного кровотока.

В ряде случаев изменения на ЭКГ во время или после плановых ЧКВ сходны с нарушениями, наблюдаемыми при спонтанном ИМ. У пациентов, подвергшихся аортокоронарному шунтированию, также могут появиться новые изменения ST-T, но они не обязательно свиде-

тельствуют об ишемии миокарда [27]. Однако если новый патологический зубец Q выявляется в отведениях, в которых до вмешательства его не было, то в этих случаях следует подозревать ИМ, особенно если у больного повышается уровень биомаркеров повреждения сердца, при эхокардиографии выявляются новые зоны гипо- или акинезии миокарда либо появляются (усугубляются) гемодинамические нарушения.

Таким образом, вот уже более столетия ЭКГ, разработанная лауреатом Нобелевской премии В. Эйнтховеном, остается весьма точным методом диагностики ИБС и ИМ, в частности. Вместе с тем, следует помнить, что по разным причинам примерно у 15 % больных с ИМ она бывает неинформативна. Поэтому, помимо ЭКГ, в диагностике ИМ следует, прежде всего, учитывать клинику и чаще использовать современные лабораторные и другие инструментальные методы. Все это, несомненно, может существенно повысить точность и своевременность диагностики такого грозного заболевания, каким является ИМ.

Литература

1. Ватутин Н.Т. Кардиология.– Д.: Каштан, 2008.– 446 с.
2. Ватутин Н.Т. Неотложная кардиология.– Д., 2011.– 236 с.
3. Гринь В.К., Костокрыз В.Б., Романенко Р.Н., Столика О.И. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST.– Донецк: Новый мир, 2010.– 74 с.
4. Agarwal J.B., Khaw K., Aurignac F., LoCurto A. Importance of posterior chest leads in patients with suspected myocardial infarction, but non-diagnostic 12-lead electrocardiogram // Amer. J. Cardiol.– 1999.– Vol. 83.– P. 323–326.
5. Antman E.M., Anbe D.T., Armstrong P.W. et al. ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Revise the 1999 Guidelines for the Management of Patients with Acute Myocardial Infarction) 2004 // J. Amer. Coll. Cardiol.– 2004.– Vol. 44.– P. 671–719.
6. Bayes de Luna A., Wagner G., Birnbaum Y. et al. A new terminology for the left ventricular walls and for the location of myocardial infarcts that present Q wave based on the standard of cardiac magnetic resonance imaging. A statement for healthcare professionals from a Committee appointed by the International Society for Holler and Noninvasive Electrocardiography // Circulation.– 2006.– Vol. 114.– P. 1755–1760.
7. Braunwald E., Antman E.M., Beasley J.W. et al. ACC/AHA 2002 guideline update for the management of patients with unstable angina and non-ST-segment elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on the Management of Patients with Unstable Angina) 2002 // J. Amer. Coll. Cardiol.– 2002.– N 40.– P. 1366–1374.
8. Ekmekci A., Toyoshima H., Kwoczynski J.K. et al. Angina pectoris V. Giant R wave and receding S wave in myocardial ischemia and certain non-ischemic conditions // Amer. J. Cardiol.– 1961.– Vol. 7.– P. 521–532.
9. Engelen D.J., Gorgels A.P., Cheriex E.C. et al. Value of the electrocardiogram in localizing the occlusion site in the left anterior descending coronary artery in acute anterior myocardial infarction // J. Amer. Coll. Cardiol.– 1999.– Vol. 34.– P. 389–395.
10. Holland R.P., Brooks H. Precordial and epicardial surface potentials during myocardial ischemia in the pig. A theoretical and experimental analysis of the TQ and ST segments // Circ. Res.– 1975.– Vol. 37.– P. 471–480.
11. Horan L.G., Flowers N.C., Johnson J.C. Significance of the diagnostic Q-wave of myocardial infarction // Circulation.– 1971.– Vol. 43.– P. 428–436.
12. Kligfield P., Gettes L.S., Bailey J.J. et al. Recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram. Part I: the electrocardiogram and its technology. A scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society // Circulation.– 2007.– Vol. 115.– P. 1306–1324.
13. Lopez-Sendon J., Coma-Canella I., Alcasena S. et al. Electrocardiographic findings in acute right ventricular infarction: sensitivity and specificity of electrocardiographic alterations in right precordial leads V4R, V3R, V1, V2 and V3 // J. Amer. Coll. Cardiol.– 1985.– Vol. 6.– P. 1273–1279.
14. Luepker R.V., Apple F.S., Christenson R.H. et al. Case definitions for acute coronary heart disease in epidemiology and clinical research studies. A statement from the AHA Council on Epidemiology and Prevention; AHA Statistics Committee; World Heart Federation Council on Epidemiology and Prevention; the European Society of Cardiology Working Group on Epidemiology and Prevention; Centers for Disease Control and Prevention; and the National Heart, Lung, and Blood Institute // Circulation.– 2003.– Vol. 108.– P. 2543–2549.
15. Matetzky S., Barbash G.I., Rabinowitz B. et al. Q-wave and non Q-wave myocardial infarction after thrombolysis // J. Amer. Coll. Cardiol.– 1995.– Vol. 26.– P. 1445–1451.
16. Matetzky S., Freimark D., Feinberg M.S. et al. Acute myocardial infarction with isolated ST segment elevation in posterior chest leads V7–V9. Hidden ST-segment elevations revealing acute posterior infarction // J. Amer. Coll. Cardiol.– 1999.– Vol. 34.– P. 748–753.
17. Pahlm U.S., Chaitman B.R., Rautaharju P.M. et al. Comparison of the various electrocardiographic scoring codes for estimating anatomically documented sizes of single and multi-

- ple infarcts of the left ventricle // *Amer. J. Cardiol.*– 1998.– Vol. 81.– P. 809–815.
18. Porela P., Helenius H., Pulkki K., Voipio-Pulkki L.M. Epidemiological classification of acute myocardial infarction: time for a change? // *Eur. Heart J.*– 1999.– Vol. 20.– P. 1459–1464.
 19. Rautaharju P.M., Park L.P., Chaitman B.R. et al. The Novacode criteria for classification of ECG abnormalities and their clinically significant progression and regression // *J. Electrocardiol.*– 1998.– Vol. 31.– P. 157–187.
 20. Richeson J.F., Akiyama T., Schenk E. A solid angle analysis of the epicardial ischemic TQ-ST deflection in the pig. A theoretical and experimental study // *Circ. Res.*– 1978.– Vol. 43.– P. 879–888.
 21. Savage R.M., Wagner G.S., Ideker R.E. et al. Correlation of postmortem anatomic findings with electrocardiographic changes in patients with myocardial infarction: retrospective study of patients with typical anterior and posterior infarcts // *Circulation.*– 1977.– Vol. 55.– P. 279–285.
 22. Sgarbossa E.B., Pinsky S.L., Barbagelata A. et al. Electrocardiographic diagnosis of evolving acute myocardial infarction in the presence of left bundle branch block // *N. Engl. J. Med.*– 1996.– Vol. 334.– P. 481–487.
 23. The Joint European Society of Cardiology/American College of Cardiology Committee. Myocardial infarction redefined – A consensus document of the Joint European Society of Cardiology/American College of Cardiology Committee for the Redefinition of Myocardial Infarction // *Eur. Heart J.*– 2000.– Vol. 21.– P. 1502–1513.
 24. Thygesen K., Alpert J.S., White H.D. et al. on behalf of the Joint ESC/ACC/AHA/WHF Task Force for the Redefinition of Myocardial Infarction. Universal definition of myocardial infarction // *Eur. Heart J.*– 2007.– Vol. 28 (20)– P. 2525–2538.
 25. Wang K., Asinger R.W., Marriott H.J. ST-segment elevation in conditions other than acute myocardial infarction // *N. Engl. J. Med.*– 2003.– Vol. 349.– P. 2128–2135.
 26. Wong C.K., French J.K., Aylward P.E. et al. Patients with prolonged ischemic chest pain and presumed-new left bundle branch block have heterogenous outcomes depending on the presence of ST-segment changes // *J. Amer. Coll. Cardiol.*– 2005.– Vol. 46.– P. 29–38.
 27. Yokoyama Y., Chaitman B.R., Hardison R.M. et al. Association between new ECG abnormalities after coronary revascularization and five year cardiac mortality in BARI randomized and registry patients // *Amer. J. Cardiol.*– 2000.– Vol. 86.– P. 819–824.
 28. Zimetbaum P.J., Josephson M.E. Use of the electrocardiogram in acute myocardial infarction // *N. Engl. J. Med.*– 2003.– Vol. 348.– P. 933–940.
 29. Zimetbaum P.J., Krishnan S., Gold A. et al. Usefulness of ST-segment elevation in lead III exceeding that of lead II for identifying the location of the totally occluded coronary artery in inferior wall myocardial infarction // *Amer. J. Cardiol.*– 1998.– Vol. 81.– P. 918–919.

N.T. Vatutin, N.V. Kalinkina, Ye.V. Yeshchenko

Electrocardiogram in the diagnosis of myocardial infarction

In this article data about electrocardiographic diagnosis of myocardial infarction are provided. The diagnostic criteria for different types of myocardial infarction are described in detail. Common ECG pitfalls in diagnosing myocardial infarction are presented.

Key words: myocardial infarction, diagnosis, electrocardiogram.