

Ошибки при проведении нагрузочного теста для диагностики ИБС: отрицательный результат при наличии трехсосудистого поражения коронарных артерий

Л. А. Попова, к.м.н., ст. научный сотрудник Центра диагностики и реабилитации заболеваний органов дыхания¹

Н. Л. Карпина, д.м.н.¹

М. И. Чушкин, д.м.н.¹

С. Ю. Мандрыкин, к.м.н.²

В. М. Янус, к.м.н.²

Н. В. Анохин²

П. В. Стручков, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой клинической физиологии и функциональной диагностики³

¹ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза», Москва

²Многопрофильный медицинский центр Банка России, Москва

³Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, Москва

Errors during the exercise test for the diagnosis of Coronary heart disease: negative result in the presence of three-vessel coronary artery disease

L. A. Popova¹, N. L. Karpina¹, M. I. Chushkin¹, S. Y. Mandrykin², V. M. Janus², N. V. Anokhin², P. V. Struchkov³

¹Federal State Budgetary Scientific Institution 'Central Tuberculosis Research Institute'

²Multidisciplinary Medical Center of the Central Bank of Russian Federation, Moscow

³Academy of Postgraduate Education of Federal Medical Biological Agency, Moscow

Резюме

Нагрузочный тест с контролем ЭКГ традиционно является первым исследованием пациентов с подозрением на ИБС, как наиболее доступный, несмотря на то, что его чувствительность и специфичность составляют 68 % и 77 %, соответственно. Представлено описание клинического случая многососудистого поражения коронарных артерий у пациента с отрицательным результатом стресс-ЭКГ-теста.

Ключевые слова: нагрузочный тест, ИБС, депрессия сегмента ST, прекращение теста с физической нагрузкой.

Summary

The exercise ECG test is traditionally the first choice in patients with suspected CHD, as the most accessible, despite the fact that its sensitivity and specificity are 68 % and 77 %, respectively. Description of a clinical case of multivessel coronary artery disease in a patient with a negative result of exercise ECG test is presented.

Key words: exercise testing, coronary artery disease, depression of segment ST, termination of exercise Testing.

Физическая нагрузка является идеальным и естественным видом провокации, позволяющим оценить полноценность компенсирующих механизмов и степень тяжести патологии. Основной областью применения нагрузочных проб с ЭКГ контролем является диагностика ишемической болезни сердца (ИБС). Однако нагрузочный ЭКГ-тест не является «золотым стандартом» диагностики ИБС. Это скрининговый метод, который позволяет определить вероятность наличия у пациента стенозирующего атеросклероза коронарных артерий [1, 2]. Положительный результат нагрузочного теста не всегда показывает наличие атеросклероза коронарных сосудов, а отрицательный результат не всегда показывает отсутствие болезни [3].

Традиционно, при нагрузочном ЭКГ-тесте изменения сегмента ST (горизонтальная или косонисходящая депрессия более 1 мм от исходного уровня) используют как основной признак ишемии миокарда. В мета-анализе было показано, что чувствительность и специфичность депрессии сегмента ST в качестве критерия

положительной пробы в диагностике атеросклероза коронарных артерий (сужение более 50 % по меньшей мере одной артерии) составляют 68 % (23–100 %) и 77 % (17–100 %), соответственно [4, 5].

Чем тяжелее атеросклеротическое поражение коронарных сосудов, тем больше вероятность возникновения депрессии сегмента ST при нагрузочном тесте. В мета-анализе было показано, что чувствительность и специфичность нагрузочного теста в диагностике многососудистого поражения или поражения главного ствола левой коронарной артерии составила 81 % (40–100 %) и 66 % (17–100 %), соответственно [6].

Так, у мужчин при сужении на 70 % одного сосуда вероятность депрессии ST максимальном нагрузочном тесте составляет 50–60 %, двух — 65 %, трех — 78 %. При поражении главного ствола вероятность депрессии ST составляет 85 %. Увеличение величины депрессии ST увеличивает вероятность наличия атеросклероза коронарных артерий. В частности, у мужчин старше 45 лет со стенокардией возникновение депрессии ST более 1 мм

показывает вероятность атеросклероза 90%; при депрессии ST более 1,5 мм вероятность составляет 94–95%; при депрессии более 2 мм — 98% [7].

Чувствительность и специфичность нагрузочного теста с визуализацией (например, нагрузочный тест с эхокардиографией) в диагностике ИБС значительно выше и составляет 80–85% и 80–88%, соответственно [5].

Мы приводим клинический пример отрицательного результата нагрузочного теста с ЭКГ-контролем у больного с трехсосудистым поражением коронарных артерий.

Больной Т., 56 лет, в декабре 2016 г. обратился с жалобами на одышку при физической нагрузке (быстрая ходьба, подъем по лестнице, ходьба в холодную погоду), проходящая в течение короткого времени после прекращения нагрузки. В течение 10 лет артериальная гипертензия, на фоне приема антигипертензивных препаратов (амлодипин, лизиноприл) АД на уровне 130/90 мм рт. ст. При первичном осмотре: пациент повышенного питания (рост 171 см, вес 112 кг, индекс массы тела 38,3). В анализах крови (декабрь, 2016): глюкоза 4,0 ммоль/л, триглицериды 4,56 ммоль/л, холестерин общий 4,92 ммоль/л, липопротеиды высокой плотности 0,96 ммоль/л, липопротеиды низкой плотности 2,72 ммоль/л. Проводилась терапия: Валсартан 160 мг/сутки, Тромбо Асс 100 мг/сутки. Пациент был направлен на нагрузочный тест. Велоэргометрия проводилась в положении лежа, давалась непрерывно-возрастающая ступенчатая нагрузка с начальной мощностью 50 Вт, увеличение мощности второй ступени на 50 Вт, увеличение мощности каждой следующей ступени на 25 Вт, продолжительность каждой ступени — 3 минуты; максимальная мощность нагрузки составила 150 Вт, продолжительность нагрузки 12 минут. На максимальной нагрузке ЧСС составила 144 уд. в мин, АД 220/100 мм рт. ст. Проба прекращена в связи с достижением 87% от максимальной расчетной ЧСС для данного возраста, при этом на ЭКГ регистрировалась косовосходящая депрессия сегмента ST максимально до 0,8 мм от исходного уровня в отведениях II, aVF, V6. Болей в области сердца при нагрузке больной не отмечал. На 3-й минуте восстановления в отведениях I, aVL, V5–V6 выявлена депрессия сегмента ST (максимально до 0,9 мм), в отведениях I, aVL косонисходящего характера (наклон сегмента ST максимально до -0,7 мВ/с), в отведениях V5–V6 депрессия горизонтального характера (наклон сегмента ST максимально до -0,6 мВ/с). После прекращения нагрузки ЭКГ восстановилась до исходного на 6 минуте отдыха. Заключение: толерантность к физической нагрузке высокая (150 Вт; 5,3 МЕТ). I ФК по классификации NYHA. Достигнутая ЧСС (144 уд/мин) составляет 87% от максимальной расчетной. Проба на скрытую коронарную недостаточность отрицательная. Восстановительный период — 6 минут. Отмечена реакция артериального давления по гипертоническому типу. Риск развития неблагоприятных событий низкий (менее 1%). (сохранен оригинал описания заключения) (рис. 1 «А» и «В»).

При ЭХО-КГ по данным анамнеза (2016 г.) нарушения локальной сократимости не выявлены. Глобальная систолическая функция ЛЖ не нарушена, фракция выброса 70%. Причиной одышки посчитали избыточный вес. Дополнительного обследования и лечения не было назначено.

Летом 2017 г. пациент перенес тяжелый приступ выраженной слабости, сопровождающийся тошнотой, холодным липким потом, купировавшийся самостоятельно, за медицинской помощью не

обращался. После приступа выраженность одышки усилилась, и пациент вновь обратился в лечебное учреждение, где в октябре 2017 г. выполнено радиоизотопное исследование сердца, при котором выявлены реверсивные дефекты перфузии в области верхушки, а также задней и боковой стенок (SSS 18). При коронарографии от 12.12.2017 г. были выявлены изменения: передняя межжелудочковая артерия (ПМЖВ) — в проксимальной и средней трети протяженный бифуркационный стеноз с максимальной степенью сужения 99%; огибающая ветвь (ОВ) левой коронарной артерии (ЛКА) — вторая ветвь тупого края окклюзирована в проксимальной трети; правая коронарная артерия (ПКА) — проксимальная и средняя треть стенозированы на всем протяжении до 50% с переходом в окклюзию; индекс SYNTAX — 31.

Подробно анамнез и результаты коронарографии описаны в другой статье [8].

При ЭХО-КГ в этот период (2017 г.) изменений локальной сократимости не выявлены. Глобальная систолическая функция ЛЖ не нарушена, фракция выброса 68%. Больной госпитализирован с диагнозом ИБС, стенокардия II фк. Атеросклероз коронарных артерий: окклюзия ПКА, 2-й ВТК ЛКА, субтотальный стеноз проксимального сегмента ПМЖВ ЛКА. В последующем было выполнено стентирование ПМЖВ с хорошим клиническим эффектом.

Недостаточная чувствительность нагрузочного теста с контролем ЭКГ является причиной того, что в качестве начального теста все чаще используют нагрузочный тест с визуальным контролем (стресс-ЭХО, радиоизотопное исследование). Европейское общество кардиологов рекомендует использовать нагрузочный

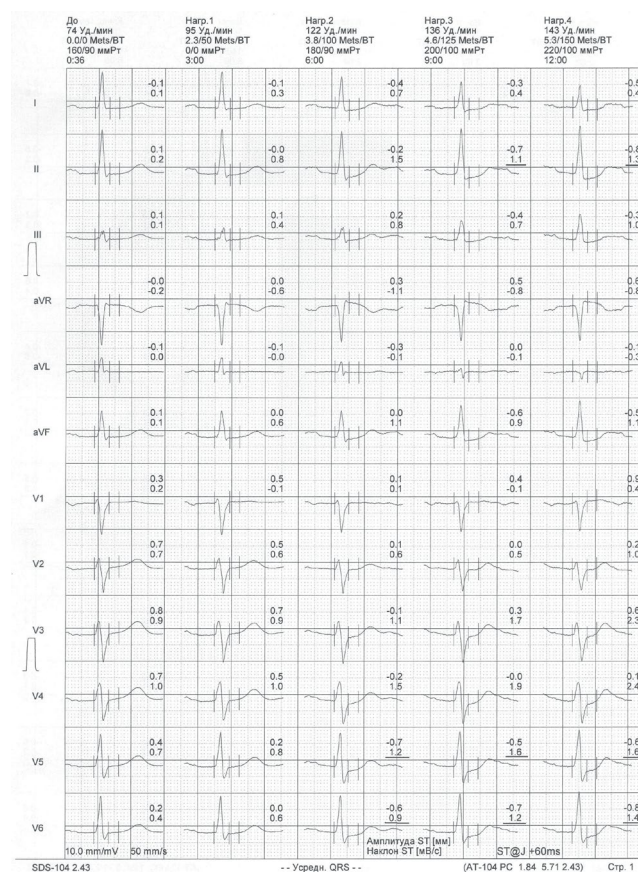


Рисунок 1 А. Нагрузочный тест с ЭКГ- контролем; начало.

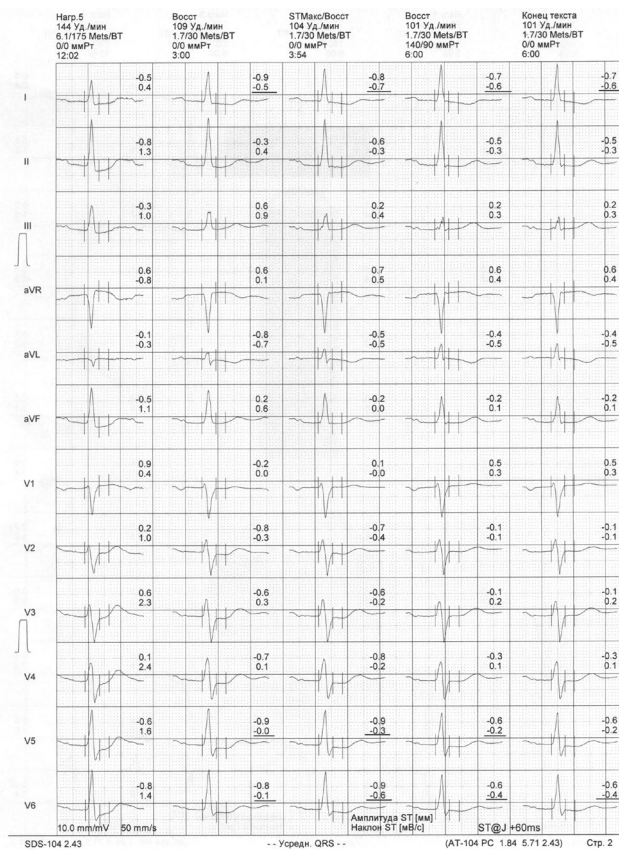


Рисунок 1В. Нагрузочный тест с ЭКГ-контролем; продолжение.

тест с визуализацией в качестве начального теста для диагностики ИБС, если есть возможность и достаточная квалификация специалистов [5].

Анализ 4692 тестов показал, что в 67,3% случаев для диагностики ИБС используют нагрузочный тест с радиоизотопным исследованием, в 22,5% случаев — стресс ЭХО и только в 10,2% случаев для диагностики ИБС используют нагрузочный тест с ЭКГ контролем [9].

При использовании нагрузочного теста с ЭКГ контролем для получения максимально достоверной информации необходимо выполнение симптом-лимитированного протокола [5]. Достижение 85% от максимальной ЧСС, что часто используют для остановки теста, не является признаком максимального усилия и использование данного критерия как показателя для остановки теста нецелесообразно [10]. Другие возможные причины ложноотрицательных результатов нагрузочного теста представлены в таблице 1.

У пациентов с положительным нагрузочным тестом, которые выполнили нагрузку на уровне более 85% от максимальной должной ЧСС, только в 62% случаев депрессия сегмента ST появилась до достижения этого порога [12].

Достижение 100% от максимальной должной ЧСС может служить относительным критерием для прекращения нагрузочного теста [2, 13].

Чувствительность теста увеличивается, если пациента сразу после прекращения нагрузки перевести в положение сидя или лежа (без вращения педалей или ходьбы) [11].

В нашем примере преждевременное прекращение нагрузки (по достижении 85% от максимального должного значения ЧСС)

способствовало ложноотрицательному результату. Возможно, что достижение ЧСС более 90% от должной максимальной величины могло бы привести к депрессии сегмента ST более 1 мм и, соответственно, к заключению о положительной пробе на коронарную недостаточность (в данном примере зафиксирована максимальная депрессия ST на 0,9 мм в отведениях V5–V6 на 3-й минуте восстановления).

Прекращение теста по достижению 85% от должной максимальной ЧСС снижает чувствительность теста и является одной из частых причин ложноотрицательных результатов [11]. В результате существующая атеросклеротическая бляшка остается нераспознанной, а необходимое лечение (статины, аспирин) не назначают и риск разрыва бляшки остается повышенным. В данном случае, приступ мог быть связан с окклюзией ПКА или ветви ОА, что могло привести к непредсказуемым последствиям.

Комплекс QRST при нагрузочном тесте имеет ещё одну характеристику, которую, помимо амплитуды депрессии сегмента ST, следует учитывать при анализе результатов нагрузочного теста — наклон сегмента ST (рис. 2).

Фрагмент итогового протокола нагрузочного теста с двумя характеристиками. Амплитуда сегмента ST (измеряют в мм) показывает отклонение сегмента ST от изолинии (подъем или депрессию); наклон сегмента ST (измеряют в мВ/с) свидетельствует о его характере (косовосходящий, горизонтальный, косонисходящий).

Наклон сегмента ST показывает его характер (косовосходящий, горизонтальный, косонисходящий). Патологическим считают депрессию сегмента ST горизонтального или косонисходящего характера (т. е. с наклоном 0,5 мВ/с и менее). Таким образом, косовосходящий характер депрессии сегмента ST наблюдают при наклоне более 0,5 мВ/с; горизонтальный — при наклоне от 0,5 до —0,5 мВ/с, а косонисходящий — при наклоне менее —0,5 мВ/с [14].

Таблица 1
Причины ложноотрицательных результатов нагрузочного теста в диагностике атеросклероза коронарных артерий [11]

1	Неспособность или невозможность достижения ишемического порога. Наиболее частой причиной ложноотрицательного результата является преждевременная остановка теста. Например, на уровне 85% от должной максимальной ЧСС или менее 25000 двойного произведения.
2	Недостаточное число отведений ЭКГ для диагностики ишемии. Чаще всего при использовании двухполюсных отведений
3	Неспособность выявить другие признаки и симптомы ишемии (гипотензия, хронотропная недостаточность).
4	Атеросклероз коронарных сосудов, компенсированный развитием коллатералей. Чаще всего у бывших спортсменов
5	Выполнение нагрузки ограничено патологией костно-мышечного аппарата
6	Техническая ошибка или ошибка исследователя

Другие авторы считают, что признаком косонисходящей депрессии является наклон сегмента ST от —0,7 мВ/с до —1 мВ/с и менее [15].

Депрессию сегмента ST косонисходящего характера часто наблюдают при многососудистом поражении или поражении главного ствола левой коронарной артерии. Так, в работе N. Goldschlager [16] анализировали характер депрессии и тяжесть атеросклеротического поражения коронарных сосудов. В этой

работе при наличии косонисходящей депрессии из 123 пациентов в 56% случаев наблюдали трехсосудистое поражение и только у одного (в 1% случаев) были нормальные коронарные сосуды. Из 123 у 21 пациента депрессию наблюдали в течении нагрузки и у 102 пациентов — только в течении восстановительного периода. Авторы сделали вывод, что при косонисходящей депрессии тяжесть поражения коронарных сосудов значительно хуже, чем при горизонтальной или косовосходящей депрессии. В то же время даже при отсутствии депрессии сегмента ST, в 35% случаях выявили значительное атеросклеротическое поражение коронарных сосудов (рис. 3).

Поэтому при наличии депрессии сегмента ST косонисходящего характера, даже если она не превышает 1 мм (0,5–1 мм), целесообразно выполнение дополнительных исследований для исключения атеросклеротического поражения коронарных сосудов.

В данном случае наблюдали депрессию сегмента ST косонисходящего характера, что является достоверным признаком атеросклеротического поражения.

Заключение

Представленный клинический случай свидетельствует о возможной неадекватной оценке результатов нагрузочного теста. Частой причиной ошибок является раннее прекращение физической нагрузки (по достижению 85% от должной максимальной ЧСС). Для диагностики ИБС использование показателя ЧСС 85% от максимальной должной величины как критерия для прекращения теста не всегда целесообразно, предпочтительным является выполнение симптом-лимитированного протокола. Наличие косонисходящей депрессии сегмента ST является высоко достоверным признаком атеросклероза коронарных артерий, поэтому при её наличии следует использовать дополнительные методы обследования. Поскольку чувствительность тестов с визуализацией значительно выше, чем теста с контролем ЭКГ, в данном случае, использование стресс-теста с визуализацией возможно было более целесообразно.

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия

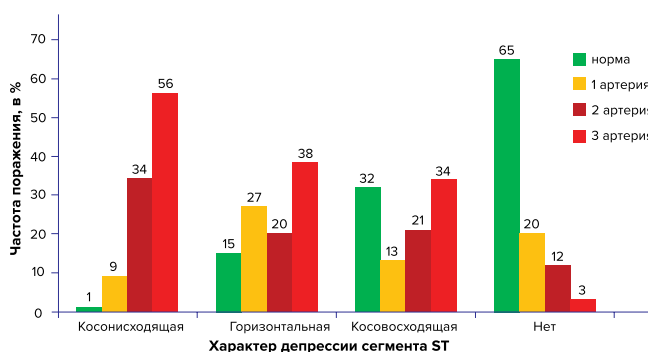


Рисунок 3. Зависимость тяжести атеросклероза от характера депрессии ST. По горизонтали представлен характер сегмента ST, по вертикали — частота атеросклеротического поражения коронарных артерий. На рисунке представлен характер поражения коронарных сосудов в зависимости от типа депрессии сегмента ST. Цифрами указан процент атеросклеротического поражения.

Для цитирования: Попова Л.А., Карпина Н.Л., Чушкин М.И., Мандрыкин С.Ю., Янус В.М., Анохин Н.В., Стручков П.В. Ошибки при проведении нагрузочного теста для диагностики ИБС: отрицательный результат при наличии трехсосудистого поражения коронарных артерий. Медицинский алфавит. 2020; (32):30–33. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-32-30-33>

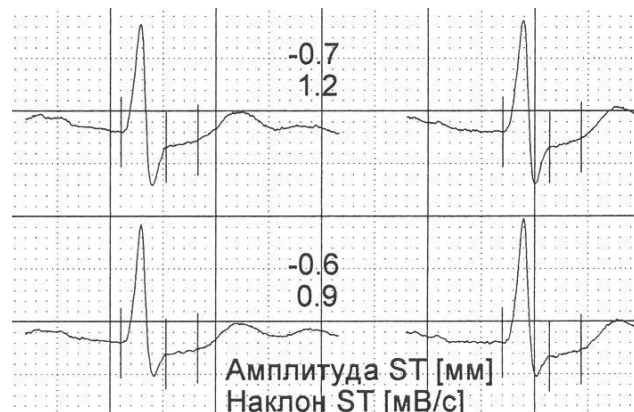


Рисунок 2. Характеристики сегмента ST (амплитуда, наклон) при нагрузочном тесте.

в данной статье. Conflict of Interest: none.

Статья подготовлена в ходе выполнения темы НИР 0515–2019–0019.

Список литературы:

1. Аронов Д.М., Лупанов В.П. Функциональные пробы в кардиологии. — М.: МЕДпресс-информ, 2003. — 2-е изд. — 296с.
2. Руководство по функциональной диагностике болезней сердца. Научно-практическое пособие по кардиологии / Сыркин А.А., Полтавская М.Г., Новикова Н.А., Седов В.П и др — М.: Золотой Стандарт, 2009. — 368с.
3. Chung E.K. Exercise Electrocardiography: Practical Approach 2nd Edition, 1983.
4. Gianrossi R., Detrano R., Mulvihill D., et al. Exercise-Induced ST Depression in the Diagnosis of Coronary Artery Disease: A Meta-Analysis. *Circulation*. 1989;80:87–98.
5. Montalescot G., Sechtem U., Achenbach S., et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2013;34(38):2949–3003. doi: 10.1093/eurheartj/ehd296.
6. Detrano R., Gianrossi R., Mulvihill D., et al. Exercise-Induced ST Segment Depression in the Multivessel Coronary Disease: A Meta Analysis. // *J Am Coll Cardiol*. 1989;14:1501–1508.
7. Ellestad M.H., *Stress Testing: Principles and Practice*, Fifth Edition, 2003.
8. Чушкин М.И., Мандрыкин С.Ю., Янус В.М., Анохин Н.В., Попова Л.А., Стручков П.В. Отрицательный результат нагрузочного теста у больного с трехсосудистым поражением коронарных артерий. *Кардиология*. 2020;60(3):149–153. <https://doi.org/10.18087/cardio.2020.3.n570>
9. Douglas P.S., Hoffmann U., Patel M.R., Mark D.B., Al-Khalidi H.R., Cavanaugh B., et al. Outcomes of anatomical versus functional testing for coronary artery disease. *N Engl J Med*. 2015;372:1291–300. doi: 10.1056/NEJMoa1415516.
10. Fletcher G.F., Ades P.A., Kligfield P., et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013;128(8):873–934. doi: 10.1161/CIR.0b013e31829b5b44.
11. American College of Sport Medicine's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 10 ed, 2018.
12. Jain M., Nkonde C., Lin B.A., Walker A., Wackers F.J. 85% of maximal age-predicted heart rate is not a valid endpoint for exercise treadmill testing. *J Nucl Cardiol*. 2011;18(6):1026–35. doi: 10.1007/s12350-011-9454-0
13. Gibbons R.J., Balady G.J., Beasley J.W., Bricker J.T., Duvernoy W.F., Froelicher V.F., Mark D.B., Marwick T.H., McCallister B.D., Thompson P.D. Jr., Winters W.L., Yanowitz F.G., Ritchie J.L., Cheitlin M.D., Eagle K.A., Gardner T.J., Garson A. Jr., Lewis R.P., O'Rourke R.A., Ryan T.J. ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *J Am Coll Cardiol*. 1997 Jul;30(1):260–311. doi: 10.1016/s0735-1097(97)00150-2.
14. Braunwald's heart disease? a textbook of cardiovascular medicine / edited by Douglas L. Mann, Douglas P. Zipes, Peter Libby, Robert O. Bonow, Eugene Braunwald. — 10th edition, p. 2012.
15. Beller G.A. [ed]: *Chronic Ischemic Heart Disease*. In Braunwald E [series ed]: *Atlas of Heart Diseases*. Vol 5. *Chronic Ischemic Heart Disease*. Philadelphia, Current Medicine, 1995, pp 2.1–2.30.
16. Goldschlager N., Selzer A., Cohn K. Treadmill stress tests as indicators of presence and severity of coronary artery disease. *Ann Intern Med*. 1976;85(3):277–86. PMID: 962219

For citation: Popova L.A., Karpina N.L., Chushkin M.I., Mandrykin S.Y., Janus V.M., Anokhin N.V., Struchkov P.V. Errors during the exercise test for the diagnosis of Coronary heart disease: negative result in the presence of three-vessel coronary artery disease. Medical alphabet. 2020; (32):30–33. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-32-30-33>