

Электрокардиография в диагностике инфаркта миокарда: взгляд через призму клинических рекомендаций (лекция)

Ю. Н. Федулаев¹, И. В. Макарова¹, Т. В. Пинчук¹, Г. А. Хайретдинова¹

¹ ФГАОУ ВО Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова Минздрава России

РЕЗЮМЕ

Электрокардиография (ЭКГ) — неотъемлемый диагностический этап в постановке диагноза острый коронарный синдром (ОКС). Актуальная классификация ОКС базируется на ЭКГ-динамике сегмента ST и включает ОКС со стойкими подъемами сегмента ST (ОКСпST) и без стойких подъемов сегмента ST (ОКСбпST). ОКСпST характеризуется стойкой (длительностью > 20 мин) элевацией сегмента ST, превышающей 0,1 мВ в двух и более смежных отведениях (кроме V2–3 и aVR).

При развитии клиники острой ишемии миокарда ЭКГ должна быть записана в течение 10 минут от момента первого контакта пациента с медицинским работником. Следует отметить, что на исходной ЭКГ пациента с ОКС изменения могут быть мало специфичны или отсутствовать, в связи с чем на первый план выходят особенности клинической картины и отслеживание ЭКГ в динамике.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инфаркт миокарда, ОКС, сегмент ST, ЭКГ, электрокардиография, коронарный, ишемия

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Electrocardiography in myocardial infarction diagnosis: a view through the prism of guidelines (Lecture)

Yu. N. Fedulaev¹, I. V. Makarova¹, T. V. Pinchuk¹, G. A. Khairetdinova¹

¹ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «N. I. Pirogov Russian National Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

SUMMARY

Electrocardiography (ECG) is considered as an essential step in acute coronary syndrome (ACS) diagnostic algorithm. Current classification is based on the ECG changes of ST-segment and includes ACS with persistent ST elevation and without persistent ST elevation. ACS with persistent ST elevation is characterized by prolonged (more than 20 min) ST-segment elevation exceeding 0.1 mV in two or more contiguous ECG leads (except V2–3 as well as aVR). When the symptoms of acute myocardial ischemia are present, ECG should be recorded within 10 minutes from the first contact with a medical professional. Some changes on the initial ECG of a patient with ACS may be nonspecific or absent, so the key role in diagnosis is given to the clinical presentation and the ECG in dynamics.

KEY WORDS: myocardial infarction, ACS, ST-segment, ECG, electrocardiography, coronary, ischemia

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Сокращения:

WPW — Wolff-Parkinson-White

БЛНПГ — блокада левой ножки пучка Гиса

БПНПГ — блокада правой ножки пучка Гиса

ГЛЖ — гипертрофия левого желудочка

ИМбпST — инфаркт без стойких подъемов сегмента ST

ИМпST — инфаркт миокарда со стойкими подъемами сегмента ST

ЛКА — левая коронарная артерия

ОВ — огибающая ветвь

ОИМ — острый инфаркт миокарда

ОКС — острый коронарный синдром

ОКСбпST — острый коронарный синдром без стойких подъемов сегмента ST

ОКСпST — острый коронарный синдром со стойкими подъемами сегмента ST

ПКА — правая коронарная артерия

ПМЖВ — передняя межжелудочковая ветвь

ЭКГ — электрокардиография, электрокардиограмма

ЭКС — электрокардиостимулятор

Несмотря на существенное расширение возможностей в ведении пациентов с острым инфарктом миокарда (ОИМ) за последние 10–15 лет, электрокардиография (ЭКГ) остается базовым диагностическим инструментом клинициста на догоспитальном и раннем госпитальном этапах оказания медицинской помощи при развитии *острого коронарного синдрома* (ОКС). ОКС — временный, «рабочий» диагноз, призванный упростить и ускорить маршрутизацию пациента с клиническими проявлениями остро возникшей ишемии миокарда. Принято выделять *ОКС со стойкими подъемами сегмента ST* (ОКСпST) и без стойких подъемов сегмента ST (ОКСбпST). Стойкими изменениями сегмента ST считаются диагностически значимые подъемы (элевация) на протяжении более 20 минут в двух и более смеж-

ных (условно соответствующих одной стенке левого желудочка) отведениях 12-канальной ЭКГ [1]. Ключевые показатели ЭКГ в рамках ОКСпST и ОКСбпST представлены на рис. 1.

Постановка диагноза ОКСбпST может быть сопряжена с определенными трудностями, так как на момент первичного контакта с медицинским работником значимые изменения на ЭКГ отсутствуют приблизительно у каждого третьего пациента. Данный факт согласуется с обновленными европейскими рекомендациями, в соответствии с которыми ОКС включает спектр патологических состояний, характеризующихся недавними изменениями клинического статуса, наличием или отсутствием изменений на ЭКГ и в лабораторных данных. Тем не менее в контексте клинических проявлений ОКС запись ЭКГ является обяза-

ОКСнСТ

А. Остро возникшая элевация сегмента ST $\geq 0,1$ мВ на уровне точки J как минимум в 2-х смежных ЭКГ-отведениях (при отсутствии ГЛЖ или БЛНПГ)



элевация сегмента ST

В V_2 – V_3 значимой является элевация:
 $\geq 0,2$ мВ у мужчин ≥ 40 лет,
 $> 0,25$ мВ у мужчин моложе 40 лет,
 $\geq 0,15$ мВ у женщин,
 $\geq 0,1$ мВ при ее отсутствии на предшествующих ЭКГ

Б. Остро возникшая БЛНПГ

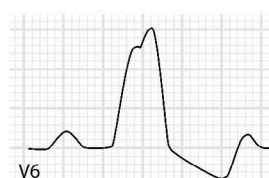
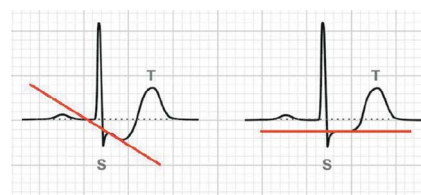


Рисунок 1. ОКСнСТ и ОКСбпСТ: диагностика с опорой на ЭКГ (рисунки авторов). Примечание: БЛНПГ — блокада левой ножки пучка Гиса; ГЛЖ — гипертрофия левого желудочка; ОКСбпСТ — острый коронарный синдром без стойких подъемов сегмента ST; ОКСнСТ — острый коронарный синдром со стойкими подъемами сегмента ST; ЭКГ — электрокардиография, электрокардиограмма

ОКСбпСТ

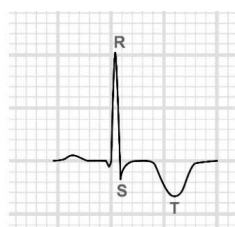
А. Остро возникшая косонисходящая или горизонтальная депрессия сегмента ST $> 0,05$ мВ как минимум в 2-х смежных ЭКГ-отведениях



косонисходящая депрессия горизонтальная депрессия

И/ИЛИ

Б. Инверсии зубца T $> 0,1$ мВ как минимум в 2-х смежных ЭКГ-отведениях с доминирующим R или соотношением амплитуды зубцов K/S > 1



ST в сочетании с его элевацией в отведениях V1 или aVR может указывать на крайне неблагоприятную ангиографическую ситуацию — выраженное многососудистое поражение или стенозирование ствола ЛКА.

Особую категорию пациентов представляют лица, у которых манифестация симптомов ишемии миокарда сопровождается ЭКГ-картиной, затрудняющей достоверную оценку сегмента ST. В частности, речь идет о регистрации блокады левой (БЛНПГ) или правой (БПНПГ) ножки пучка Гиса, а также ритма желудочкового электрокардиостимулятора (ЭКС). В соответствии с европейскими рекомендациями вышеуказанная клиническая ситуация может быть интерпретирована в рамках ОКСнСТ вне зависимости от давности ЭКГ-изменений [2]. В российских рекомендациях 2020 года предлагается ограничиться рассмотрением лишь БЛНПГ в качестве ЭКГ-эквивалента элевации сегмента ST (в случае если ранее блокада не регистрировалась), в то же время подчеркивается трудность дифференциальной диагностики ОКС при наличии фоновых изменений процессов де- и реполяризации миокарда желудочков, связанных с нарушениями внутрижелудочковой проводимости, гипертрофией левого желудочка (ГЛЖ), функционированием дополнительных предсердно-желудочковых путей (в частности, при синдроме WPW), а также с работой желудочкового ЭКС [1].

Затрагивая особенности поражения коронарного русла у пациентов с ОКС и внутрижелудочковыми блокадами, следует отметить, что вновь возникшая БПНПГ — как сама по себе, так и в сочетании с блокадой передней ветви левой ножки (т.н. бифасцикулярная или двухпучковая блокада), так же как и ранее упомянутые синдромы

Велленса и де Винтера может указывать на окклюзию проксимального сегмента ПМЖВ. В редких случаях БПНПГ появляется при нижней локализации инфаркта вследствие ишемии в проксимальном отделе пучка Гиса, кровоснабжаемом артерией АВ-узла (чаще относится к бассейну правой коронарной артерии — ПКА).

тельным мероприятием и должна быть осуществлена в течение первых 10 минут взаимодействия пациента с врачом или средним медицинским персоналом.

К ЭКГ-находкам при ОКСбпСТ формально можно отнести следующие изменения конечной части желудочкового комплекса: преходящую (не более 20 мин) элевацию сегмента ST, преходящую или стойкую депрессию сегмента ST, «сверхострые» (высокие остроконечные), инвертированные (отрицательные), двухфазные, сглаженные, «псевдонормальные» (в динамике сменившиеся на положительные) зубцы T [1, 2].

Одним из примеров ОКСбпСТ с глубокими отрицательными зубцами T на ЭКГ является синдром Велленса, описанный в литературе как признак значимого стенозирования передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) левой коронарной артерии (ЛКА) [2–4] (рис. 2).

Признак де Винтера — еще один ЭКГ-паттерн, свидетельствующий в пользу возможной острой сосудистой катастрофы в бассейне ПМЖВ. Он включает косовосходящую депрессию сегмента ST на 0,1–0,3 мВ в отведениях V1–6, заканчивающуюся высокими остроконечными зубцами T (рис. 3) [2, 5].

Важными критериями клинической и прогностической значимости депрессии сегмента ST являются ее глубина и распространенность. Распространенная (≥ 6 отведений) депрессия сегмента

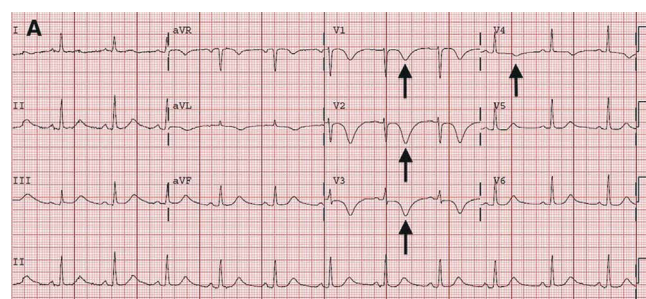


Рисунок 2. ЭКГ пациентки с диагнозом ОКСбпСТ, демонстрирующая глубокие симметричные отрицательные «коронарные» зубцы T в отведениях V1–4 (черные стрелки) — синдром Велленса, тип B. По результатам коронарографии был верифицирован 90% стеноз в проксимальном отделе ПМЖВ [4].

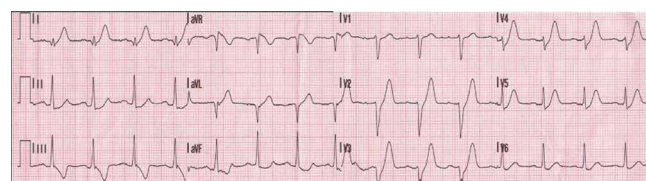


Рисунок 3. Признак де Винтера (косовосходящая депрессия сегмента ST с переходом в высокие T в отведениях V2–5) на ЭКГ пациента с острой окклюзией ПМЖВ [5]

ЭКГ-критерии ОКС в сочетании с полной БПНПГ соответствуют общепринятым, однако, диагностика инфаркта задней локализации может оказаться затруднительной вследствие исходной депрессии сегмента ST в правых прекардиальных отведениях — признаки, указывающие на патологический характер данной депрессии, не разработаны. В подобных случаях следует обращать внимание на изменения сегмента ST в дополнительных грудных отведениях V7–9, появление зубцов q в V1–3, а также (по возможности) сопоставлять характер депрессии сегмента ST с архивными ЭКГ пациента..

Левая ножка пучка Гиса является менее уязвимой структурой проводящей системы сердца, так как кровоснабжается из двух крупных коронарных артерий (ПМЖВ и, как правило, ПКА). Поэтому ишемическое происхождение БЛНПГ чаще возможно в рамках многососудистого поражения коронарного русла. Традиционные критерии Sgarbossa et al. (рис. 4) продолжают рассматриваться в качестве вспомогательного инструмента в оценке сегмента ST в данной когорте пациентов, однако обладают низкой чувствительностью (20%), несмотря на впечатляющую специфичность (98%) [2, 6–8].

Классификация ОКС не является исчерпывающей, однако представляется наиболее удобной для использования на догоспитальном этапе (амбулаторное звено, скорая медицинская помощь). В ходе дообследования в стационаре диагноз ОКС трансформируется в инфаркт миокарда со стойкими подъемами (ИМпST) или без стойких подъемов сегмента ST (ИМбпST), нестабильную стенокардию или иной диагноз. Ключевое различие между ОКС и ОИМ — динамика показателей некроза миокарда (прежде всего, тропонина), оцениваемая в рамках госпитализации. Помимо лабораторных маркеров, для постановки диагноза ОИМ необходим как минимум один из клинико-инструментальных критериев: симптомы ишемии (в первую очередь, остро возникшая интенсивная жгучая боль за грудиной, в левой половине грудной клетки продолжительностью более 20 минут, не купирующаяся приемом нитратов — т.н. ангинозный вариант инфаркта), ишемические изменения сегмента ST и зубца Т (см. рис. 1), ранее не регистрировавшиеся патологические зубцы Q, ишемия миокарда по данным визуализирующих методов исследования, тромбоз коронарной артерии по результатам коронароангиографии или аутопсии [1]. В схематическом виде критерии ОИМ представлены на рис. 5.

В качестве патологических Q традиционно рассматриваются уширенные ($>0,03$ с) зубцы Q, по глубине превышающие $\frac{1}{4}$

амплитуды следующих за ними зубцов R, а также комплексы QRS типа QS. Дополнительно следует отметить, что в рамках условной нормы в отведении III возможны и более глубокие Q, в то время как в V1–3 зубцы q не должны регистрироваться [9].

В современном контексте патологические зубцы Q продолжают оставаться важным ЭКГ-маркером некроза/рубцовых процессов в миокарде желудочков различной (не только ишемической!) этиологии, однако уступили свое место в диагнозе более ранним изменениям, затрагивающим конечную часть желудочкового комплекса (сегмент ST, зубец Т) и традиционно обозначаемым как «ишемия», «ишемическое повреждение». В первую очередь, это объясняется тенденцией к *максимально ранней реваскуляризации* миокарда — зачастую еще до появления патологических Q. Поэтому в настоящее время использование терминов «Q-образующий/с формированием патологических зубцов Q», «неQ-образующий/без формирования патологических зубцов Q» возможно для дополнения клинического диагноза динамикой ЭКГ, но не является обязательным. В свою очередь термины «трансмуральный», «субэндокардиальный» рекомендуется сохранить преимущественно в контексте патологоанатомического диагноза, признавая невозможность точной оценки глубины поражения миокарда только на основании ЭКГ.

В действующих российских рекомендациях сохранены классификации ОИМ по механизму (т.н. 5 типов инфаркта), по наличию инфаркта в анамнезе (первичный, рецидив, повторный) и по локализации. Авторы посчитали целесообразным дополнить ЭКГ-классификацию изменениями в коронарном русле, как правило обнаруживаемым в ходе коронароангиографии (табл. 1). Следует отметить, что определения терминов «нижний» и «задний» инфаркт миокарда варьируют в различных литературных источниках и не раскрыты в текущей версии отечественных рекомендаций, а термины «заднедиафрагмальный» и «заднебазальный» не упоминаются. В то же время подчеркивается возможность сочетанных локализаций (например, переднебокового инфаркта при поражении ПМЖВ с вовлечением в ишемический каскад миокарда передней и боковой стенок левого желудочка) [1].

РЕЗЮМЕ ПО ЛЕКЦИИ

В действующих российских рекомендациях ключевая роль отводится термину ОКС — предварительному диагнозу, позволяющему обеспечить маршрутизацию пациента с подозрением

Рисунок 4. Критерии Sgarbossa et al. Суммарный балл ≥ 3 существенно повышает вероятность острого коронарного события [7, 8]

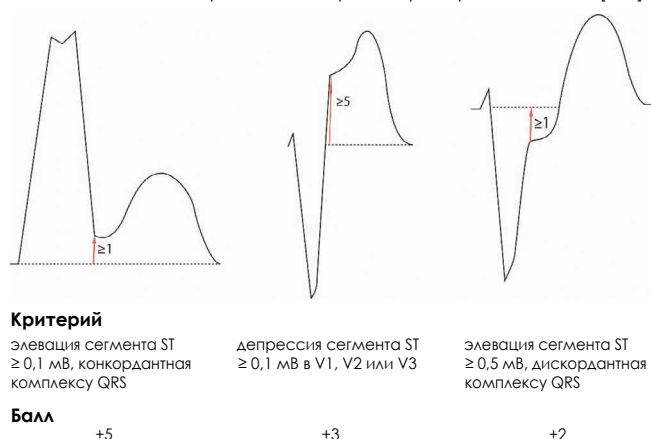


Рисунок 5. Диагностические критерии ОИМ [1]

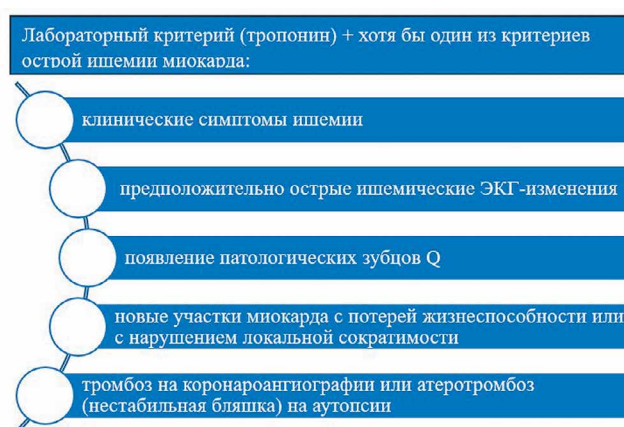


Таблица 1
Топическая диагностика ОИМ с опорой на ЭКГ-признаки

Локализация инфаркта миокарда	Отведения	Пораженный сосуд
Изолированный передней стенки	V3, V4	Диагональная ветвь, проксимальный отдел ПМЖВ
Перегородочный (инфаркт межжелудочковой перегородки)	V1, V2	Септальная ветвь ПМЖВ (редко)
Переднеперегородочный	V1-V4	ПМЖВ
Распространенный передний	V1-V6, I, aVL	Проксимальный отдел ПМЖВ (редко ствол ЛКА)
Переднебоковой	I, aVL, V3-V6	Средний отдел ПМЖВ
Боковой	I, aVL, V6	Краевая ветвь ОБ ЛКА
Нижний	II, III, aVF	ПКА (при правом типе кровоснабжения) или ОБ
Нижнеперегородочный	II, III, aVF, V1, V2	ПКА (при правом типе кровоснабжения) или ОБ
Нижнебоковой	I, II, III, aVL, aVF, V5, V6	ОБ или ПКА
Задний	депрессия сегмента ST в V1-3, подъем сегмента ST в V7-V9	ОБ, краевая ветвь
Поражение правого желудочка при инфаркте нижней стенки	II, III, aVF, aVL, V1, V3R-V4R	ПКА

Примечание: ЛКА — левая коронарная артерия, ОБ — огибающая ветвь, ПКА — правая коронарная артерия, ПМЖВ — передняя межжелудочковая ветвь.

на ОИМ в максимально короткие сроки. Классификация ОКС базируется на ЭКГ-изменениях и включает *ОКСнST* и *ОКСбнST*. *ОКСпST* сопровождается значимой ($>0,1$ мВ для любых двух смежных отведений, кроме V2–3) *элевацией сегмента ST*, продолжительностью более 20 минут. Случаи остро возникшей БЛНПГ также могут быть отнесены к *ОКСпST*. Диагностические критерии ОИМ включают тропониновый тест плюс как минимум один из показателей острой ишемии миокарда (клиническая картина, данные инструментальных методов диагностики).

Сведения об авторах:

Федулаев Юрий Николаевич, д.м.н., профессор, врач высшей квалификационной категории по функциональной диагностике, заведующий кафедрой факультетской терапии педиатрического факультета, ORCID: 0000-0003-4040-2971

Макарова Ирина Владимировна, к.м.н., доцент кафедры факультетской терапии педиатрического факультета, ORCID: 0000-0001-5127-1300

Пинчук Татьяна Витальевна, к.м.н., доцент, доцент кафедры факультетской терапии педиатрического факультета, ORCID: 0000-0002-7877-4407

Хайретдинова Гульфия Амировна, к.м.н., доцент кафедры факультетской терапии педиатрического факультета, ORCID: 0000-0003-4908-3591

ФГАОУ ВО Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова Минздрава России

Автор для переписки: Макарова Ирина Владимировна, makarova_iv@rsmu.ru

Деление ОИМ на Q-образующий и неQ-образующий, а также на трансмуральный и субэндокардиальный не является обязательным и не должно использоваться в рутинной практике.

ЭКГ в 12 отведениях — обязательное и *первоочередное инструментальное исследование* в рамках оказания медицинской помощи при ОКС на догоспитальном и раннем госпитальном этапах. Подчеркивая важность последовательной оценки т.н. ишемических изменений на ЭКГ, авторы признают сложность и неоднозначность изолированной трактовки ЭКГ-картины (особенно в отсутствие архивных ЭКГ) и считают нужным еще раз подчеркнуть первостепенность оценки клинической ситуации и интерпретации ЭКГ с ее учетом.

Список литературы / References:

1. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы, 2020 г. https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/157_4 Guidelines of the Russian Ministry of Health, Acute ST-segment elevation myocardial infarction, 2020. https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/157_4
2. Byrne R. A., Rossello X., Coughlan J. J., Barbato E., Berry C., Chieffo A., et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *European heart journal*. 2023; 44(38): 3720–3826. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad191>
3. Torelli E., Sardeo F., Nuzzo E., et al. Wellens Syndrome without chest pain, is it possible? *European review for medical and pharmacological sciences*. 2020; 24(14): 7718–7721. https://doi.org/10.26355/eurrev_202007_22275
4. Das D., Almajed N. S. Wellens syndrome. *Canadian Medical Association journal*. 2016; 188(7): 529. <https://doi.org/10.1503/cmaj.150550>
5. de Winter R. W., Adams R., Verouden N. J., de Winter R. J. Precordial junctional ST-segment depression with tall symmetric T-waves signifying proximal LAD occlusion, case reports of STEMI equivalence. *Journal of electrocardiology*. 2016; 49(1): 76–80. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2015.10.005>
6. Nikus K., Birnbaum Y., Fiol-Sala M., Rankinen J., de Luna A. B. Conduction Disorders in the Setting of Acute STEMI. *Current cardiology reviews*. 2021; 17(1): 41–49. <https://doi.org/10.2174/1573403X16666200702121937>
7. Sgarbossa E. B., Pinski S. L., Barbagelata A., et al. Electrocardiographic diagnosis of evolving acute myocardial infarction in the presence of left bundle-branch block. GUSTO-1 (Global Utilization of Streptokinase and Tissue Plasminogen Activator for Occluded Coronary Arteries) Investigators. *The New England journal of medicine*. 1996; 334(8): 481–487. <https://doi.org/10.1056/NEJM199602223340801>
8. Tabas J. A., Rodriguez R. M., Seligman H. K., Goldschlager N. F. Electrocardiographic criteria for detecting acute myocardial infarction in patients with left bundle branch block: a meta-analysis. *Ann Emerg Med*. 2008; 52(4): 329–336.e1. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2007.12.006>
9. Орлов В. Н. Руководство по электрокардиографии. — 8-е изд., испр. — М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2014. 560 с. Orlov V. N. Guide to electrocardiography. — 8th ed., rev. — M.: Publishing Office "Medical Information Agency", 2014. 560 p.

About authors

Fedulaev Yuri N., Doctor of Medical Sciences, professor, physician of superior expert category in functional diagnostics, head of Department of Faculty Therapy of Pediatric Faculty, ORCID: 0000-0003-4040-2971

Makarova Irina V., PhD Med, assistant professor of Department of Faculty Therapy of Pediatric Faculty, ORCID: 0000-0001-5127-1300

Pinchuk Tatiana V., PhD Med, assistant professor, assistant professor of Department of Faculty Therapy of Pediatric Faculty, ORCID: 0000-0002-7877-4407

Khairatdinova Gulfiya A., PhD Med, assistant professor of Department of Faculty Therapy of Pediatric Faculty, ORCID: 0000-0003-4908-3591

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «N.I. Pirogov Russian National Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

Corresponding author: Makarova Irina V. makarova_iv@rsmu.ru

Статья поступила / Received 3.02.2024
Получена после рецензирования / Revised 13.02.2024
Принята в печать / Accepted 13.02.2024

Для цитирования: Федулаев Ю. Н., Макарова И. В., Пинчук Т. В., Хайретдинова Г. А. Электрокардиография в диагностике инфаркта миокарда: взгляд через призму клинических рекомендаций (лекция). *Медицинский алфавит*. 2024;(6):16–20. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-6-16-20>

For citation: Fedulaev Yu. N., Makarova I. V., Pinchuk T. V., Khairatdinova G. A. Electrocardiography in myocardial infarction diagnosis: a view through the prism of guidelines (Lecture). *Medical alphabet*. 2024;(6):16–20. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-6-16-20>

