

Ю.Н. Федулаев<sup>1</sup>, И.В. Макарова<sup>1</sup>, Т.В. Пинчук<sup>1</sup>,  
Г.А. Чувараян<sup>1, 2</sup>



<sup>1</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова,  
Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Городская клиническая больница № 13, Москва, Российская Федерация

# Фрагментация QRS-комплексов — перспективы использования в клинической практике

Представлен первый русскоязычный обзор основных публикаций, посвященных возможностям и перспективам оценки нового ЭКГ-параметра — фрагментации QRS-комплексов (*fQRS*) — у пациентов с различными формами ишемической болезни сердца. Приводятся диагностические критерии *fQRS*, освещаются результаты сравнительного и корреляционного анализа *fQRS* с ключевыми электрокардиографическими (патологические зубцы Q), эхокардиографическими и ангиографическими параметрами, подчеркивается негативное прогностическое значение показателя при стабильной ишемической болезни сердца и в случае развития острого инфаркта миокарда. Наличие *fQRS* в целом ассоциируется с осложненным течением ИБС, высоким риском развития жизнеугрожающих аритмий, повторных сердечно-сосудистых катастроф, ростом общей и сердечно-сосудистой смертности как в краткосрочной перспективе, так и в отдаленном периоде. Авторы считают необходимым обратить внимание на перспективность внедрения метода оценки *fQRS* в реальную клиническую практику. Определение показателя проводится на основании стандартной ЭКГ, что не требует дополнительных материальных ресурсов и оборудования и в то же время позволяет улучшить неинвазивную диагностику и стратификацию риска у пациентов с атеросклеротическим поражением коронарных артерий на амбулаторном и стационарном этапах.

**Ключевые слова:** электрокардиография, ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, прогноз

**Для цитирования:** Федулаев Ю.Н., Макарова И.В., Пинчук Т.В., Чувараян Г.А. Фрагментация QRS-комплексов — перспективы использования в клинической практике. Вестник РАМН. 2021;76(3):279–286. doi: <https://doi.org/10.15690/vramn1478>

279

## Введение

В 1893 г. В. Эйнтховеном был предложен термин «электрокардиограмма» для описания электрической активности сердца. Спустя несколько лет исследователю впервые удалось зарегистрировать привычную нам PQRST-электрокардиограмму (ЭКГ), а также передать полученную запись на расстояние [1]. По прошествии более 100 лет ЭКГ покоя остается неотъемлемой частью обследования больного кардиологического профиля и наиболее распространенным диагностическим методом в кардиологии [2]. В частности, регистрация ЭКГ рекомендуется всем лицам, обратившимся за медицинской помощью по пово-

ду боли в грудной клетке (класс рекомендаций I, уровень доказательности C) [3]. В то же время вне ангинозного приступа наиболее специфичными ЭКГ-признаками ишемической болезни сердца (ИБС) остаются патологические зубцы Q — следствие перенесенного инфаркта миокарда [4]. На ЭКГ покоя также могут быть выявлены изменения конечной части желудочкового комплекса (в том числе в рамках безболевого ишемии миокарда) и нарушения проводимости различной выраженности и локализации, однако указанные ЭКГ-находки не позволяют однозначно судить о наличии ИБС [3, 5].

Сегодня наравне с традиционными ЭКГ-паттернами предлагаются новые критерии выявления электрической

Yu.N. Fedulaev<sup>1</sup>, I.V. Makarova<sup>1</sup>, T.V. Pinchuk<sup>1</sup>, G.A. Chuvarayan<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> City Clinical Hospital No. 13, Moscow, Russian Federation

## QRS-Fragmentation: Perspectives for Use in Clinical Practice

The current article provides a detail review of foreign publications, discussing the opportunities and the benefits of evaluation of the QRS-fragmentation (*fQRS*) — a new electrocardiographic (ECG) parameter in patients with coronary artery disease (CAD). Diagnostic criteria for narrow and wide QRS-complexes are defined. Main results of the comparative and correlation analysis, evaluating *fQRS* and electrocardiographic (pathologic Q-waves), echocardiographic (left ventricular ejection fraction), angiographic settings are described. There is a discussion of the prognostic role of *fQRS* in stable CAD as well as in patients presented with acute myocardial infarction. *fQRS* is an available ECG-marker of local myocardial fibrosis. It seems to be a useful negative predictor in individuals with CAD, indicating an increased risk of life-threatening ventricular arrhythmias and recurrent cardiac events. The presence of fragmented QRS-complexes is associated with an increased in-hospital and long term (overall as well as cardiovascular) mortality. Routine evaluation of *fQRS* in standard ECG leads does not require additional resources, and will contribute to an improvement in diagnostics and risk stratification of stable CAD as well as myocardial infarction. Assessment of *fQRS* can be included in noninvasive diagnostic algorithm concerning CAD.

**Keywords:** electrocardiography, coronary disease, myocardial infarction, prognosis

**For citation:** Fedulaev YuN, Makarova IV, Pinchuk TV, Chuvarayan GA. QRS-Fragmentation: Perspectives for Use in Clinical Practice. Annals of the Russian Academy of Medical Sciences. 2021;76(3):279–286. doi: <https://doi.org/10.15690/vramn1478>

**Таблица 1.** Диагностические критерии фрагментированных QRS-комплексов

Критерий	Комплекс	
	Узкий	Широкий
Ширина комплексов базового ритма, мс	< 120	≥ 120
Количество зубрин зубца R	≥ 1	> 2
Количество зубрин зубца S	≥ 1	> 2
Количество зубцов R'	≥ 1	> 2

неоднородности миокарда, одним из которых выступает фрагментация QRS-комплексов (fQRS) [6–8]. Авторы статьи полагают, что использование данного критерия (как на амбулаторном, так и на стационарном этапах) будет способствовать улучшению диагностики и стратификации риска при ИБС, не требуя дополнительных материальных и временных ресурсов.

В нашей работе проанализированы данные основных зарубежных публикаций и обзоров, посвященных перспективам оценки фрагментации в условиях реальной кардиологической практики. Поиск информации проводился по базе данных PubMed (период — с 1970 по март 2020 г.) по следующим ключевым словам: fragmented QRS, QRS-fragmentation.

### Терминология, диагностические критерии

FQRS, описанная как RSR' в ≥ 1 ЭКГ-отведении, соответствующем боковой стенке левого желудочка (ЛЖ), была впервые оценена в 1970-е годы у 18 пациентов кардиологического стационара, имевших клинические и/или рентгенологические признаки аневризмы ЛЖ. Результаты постморальной морфологической диагностики указывали на наличие значимого атеросклероза в системе передней межжелудочковой артерии и подтверждали предполагаемый диагноз в 11 из 12 случаев [9]. Спустя 20 лет P. Vargiale et al. обратили внимание на наличие уширенных, расщепленных QRS-комплексов (не вписывающихся в ЭКГ-критерии блокады правой и/или левой ножки пучка Гиса) у 26 пациентов с коронарным анемозом, подтвержденным данными визуализирующих методов диагностики [10]. Для описания подобных деформированных комплексов в стандартных ЭКГ-отведениях было предложено использовать термин «фрагментация QRS-комплексов».

О наличии fQRS могут свидетельствовать следующие паттерны: RSR' с ≥ 1 зубцом R', а также ≥ 1 зубрина зубца R или S на ЭКГ покоя (за исключением случаев, удовлетворяющих критериям блокады правой или левой ножки пучка Гиса). В случае если длительность QRS-комплекса составляет ≥ 120 мс (полные внутрижелудочковые блокады, желудочковая экстрасистолия), необходимо зарегистрировать > 2 зубцов R' или > 2 зубрин зубца R или S в ≥ 2 последовательных отведениях,

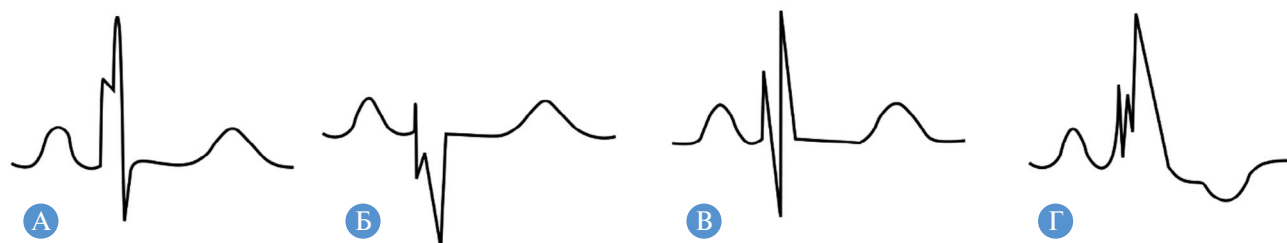
относящихся к одной из стенок ЛЖ (передней, боковой, нижней) [8, 11]. Диагностические критерии fQRS представлены в табл. 1 и на рис. 1. Рисунки 2, 3 иллюстрируют возможности определения fQRS по данным ЭКГ покоя.

### FQRS и патологические зубцы Q: о новых возможностях ЭКГ-диагностики постинфарктного кардиосклероза

FQRS в ≥ 2 стандартных ЭКГ-отведениях свидетельствует о локальном замедлении процессов деполяризации и, как и патологические зубцы Q, представляется одним из маркеров ранее перенесенного инфаркта [12–17]. Чувствительность, специфичность и прогностическая ценность отрицательного результата в неинвазивной диагностике рубцовых изменений миокарда составляют соответственно 86, 89 и 93% при изолированном определении fQRS и соответственно 91, 90 и 94% при совместном использовании fQRS и патологических зубцов Q, что было подтверждено результатами однофотонной эмиссионной компьютерной томографии 479 больных с ИБС [13]. При наличии уширенных (> 120 мс) QRS-комплексов показатели были сопоставимы и оказались равными соответственно 87, 93 и 88% [16].

Сопоставив ЭКГ-картину с данными однофотонной эмиссионной компьютерной томографии и коронарографии 79 пациентов с хронической окклюзией в одном из крупных сосудистых бассейнов, H. Bonakdar et al. подтвердили высокую чувствительность, специфичность и отрицательную прогностическую ценность fQRS (соответственно 89,4; 87,5 и 84,8%) в выявлении локальных рубцовых изменений [18].

В то же время стоит обратить внимание на данные, опубликованные D.D. Wang et al. Опираясь на результаты однофотонной эмиссионной компьютерной томографии 460 больных, авторы указывали на низкую чувствительность fQRS в диагностике постинфарктного кардиосклероза как в качестве изолированного маркера, так и в сочетании с патологическими зубцами Q (соответственно 31,7 и 1,7%) [19]. В другой работе было отмечено отсутствие статистически значимой корреляции между fQRS и объемом рубцовой ткани, рассчитанным при помощи позитронно-эмиссионной томографии, у пациентов с ишемической кардиомиопатией [20].



**Рис. 1.** Варианты фрагментированных узких (А–В) и широких (Г) QRS-комплексов

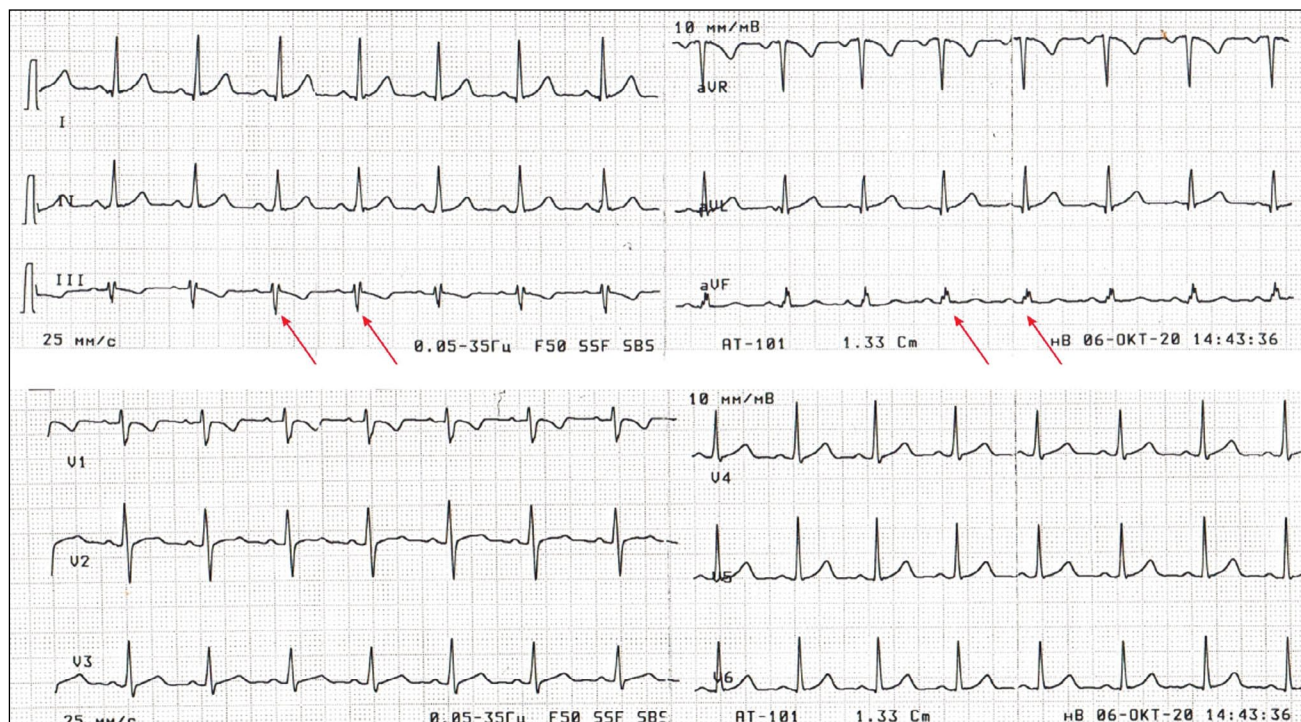


Рис. 2. Фрагментация QRS-комплексов по нижней стенке левого желудочка (комплексы QRS типа RSR' в III стандартном отведении, расщепленные зубцы R — в отведении aVF)

281

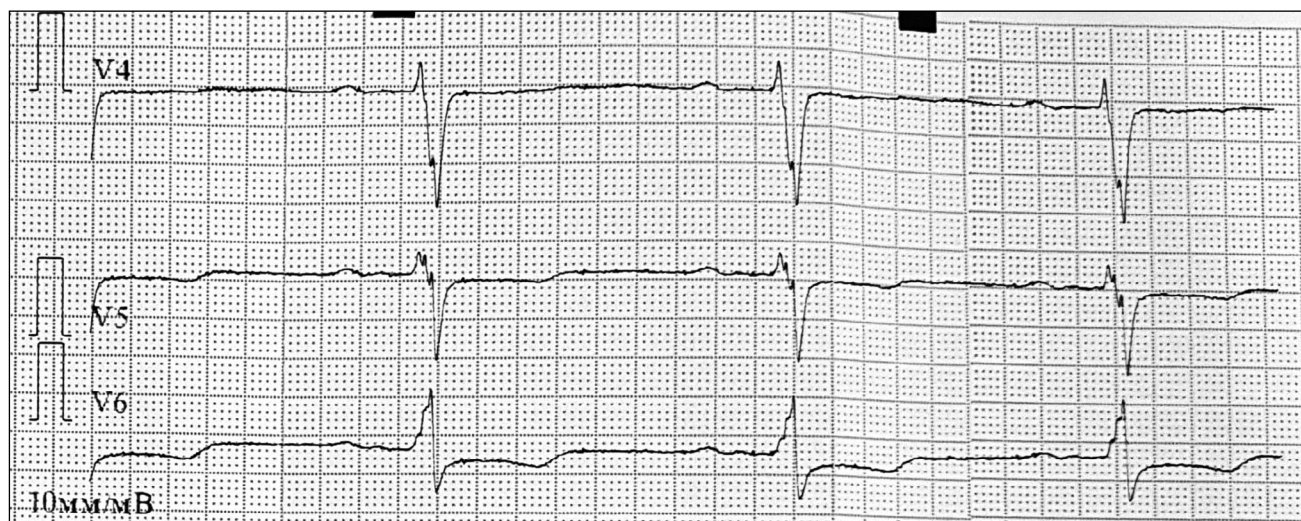


Рис. 3. Фрагментированные QRS-комплексы в грудных отведениях у пациента с многососудистым поражением коронарных артерий: V4 — зазубрина зубца S; V5-6 — расщепление зубцов R; скорость записи — 50 мм/с

Следует отметить, что исследования D. Wang и M. Das, продемонстрировавшие столь существенные различия в отношении диагностической значимости fQRS, имели сопоставимые исходные характеристики: количество участников, критерий включения (коронарный анамнез или подозрение на ИБС), основной диагностический метод (одnofотонная эмиссионная компьютерная томография), а также одинаковые критерии диагностики fQRS (см. табл. 1) [13, 19]. Вместе с тем, на наш взгляд, важным ограничением данных работ является отсутствие ангиографических данных и сведений о реваскуляризации, что, вероятно, могло бы объяснить полученные различия.

Перспективность использования fQRS в диагностике стабильной ИБС подтверждается результатами, опубликованными E. Tusun et al. Авторы отмечают, что исполь-

зование показателя позволяет увеличить положительную предсказательную ценность результатов нагрузочного ЭКГ-тестирования с 53,7 до 85,1%. Более того, наличие fQRS ассоциируется с почти трехкратным увеличением шансов выраженного коронарного атеросклероза, подтвержденного результатами коронароангиографии (ОШ = 2,84;  $p < 0,001$ ) [21].

В другом исследовании fQRS рассматривалась в качестве независимого предиктора ишемии миокарда у пациентов с пограничными стенозами коронарных сосудов (ОШ = 7,2; 95%-й ДИ: 4,2–12,4;  $p < 0,001$ ) [22]. H. Yilmaz et al. обратили внимание на более частую встречаемость fQRS у пациентов с феноменом замедления коронарного кровотока (coronary slow flow), характеризующимся замедленной эвакуацией контраста в отсутствие стенозирующего коронарного атеросклероза ( $p = 0,005$ ), однако

значимой корреляции между вышеуказанными параметрами выявить не удалось [23]. Впрочем, диагностическое значение fQRS у данной категории пациентов остается неясным и, на наш взгляд, требует дальнейшего изучения.

### **fQRS — предиктор неблагоприятного течения ИБС**

Результаты небольшого (998 участников) одноцентрового ретроспективного исследования продемонстрировали возможность использования fQRS в качестве одного из предикторов осложненного течения ИБС. В основной группе (fQRS в  $\geq 2$  смежных ЭКГ-отведениях) была выявлена более высокая смертность от всех причин (34,1 против 25,9%;  $p = 0,01$ ), а также сердечно-сосудистая смертность (19,7 против 13,4%;  $p = 0,02$ ) в сравнении с контрольной группой, при этом fQRS оказалась независимым фактором риска крупных сердечно-сосудистых событий, наравне с фракцией выброса и результатами ОФЭКТ [14].

В другом исследовании fQRS оказалась ассоциирована с многососудистым поражением коронарных сосудов (ОШ = 3,7; 95%-й ДИ: 1,4–10,1;  $p = 0,011$ ) и снижением глобальной циркулярной деформации миокарда (ОШ = 1,2; 95%-й ДИ: 1,1–1,3;  $p = 0,03$ ) — еще одним негативным предиктором течения ИБС у пациентов с инфарктом в анамнезе [24, 25].

F. Allattar et al. обратили внимание на наличие статистически значимой взаимосвязи между fQRS и величиной фракции выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ,  $p = 0,002$ ) в ретроспективном исследовании, где были проанализированы данные 339 пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН). В группе с распространенной ( $\geq 2$  локализации) fQRS регистрировались более низкие значения ФВ ЛЖ в сравнении с группой без fQRS ( $p < 0,05$ ). Однако, на наш взгляд, существенным ограничением вышеуказанной работы является включение участников с ХСН различной этиологии (ИБС, артериальная гипертензия, токсическая кардиомиопатия), что не позволяет объяснять полученные различия исключительно распространенностью рубцовых изменений миокарда [26].

K. Tofigoe et al. провели ретроспективный анализ частоты неблагоприятных исходов — госпитализаций, смертей от сердечно-сосудистых причин, в том числе внезапных, — в отдаленные ( $> 6$  мес) сроки после инфаркта миокарда. Период наблюдения составил  $6,4 \pm 2,9$  года. В регрессионной модели Кокса количество отведений с fQRS (ОР = 1,33; 95%-й ДИ: 1,11–1,60;  $p = 0,002$ ) и возраст (ОР = 1,09; 95%-й ДИ: 1,04–1,14;  $p < 0,001$ ) оказались независимыми предикторами наступления конечных точек, при этом fQRS в  $\geq 3$  отведениях представлялась ключевым показателем, свидетельствующим в пользу неблагоприятного отдаленного прогноза [27].

По данным метаанализа, включившего 16 обсервационных исследований (3997 пациентов с ИБС), вероятность развития переднего инфаркта повышалась более чем в 2 раза при наличии fQRS (ОШ = 2,4; 95%-й ДИ: 1,1–5,5;  $p = 0,03$ ). В свою очередь, частота развития крупных сердечно-сосудистых катастроф и смертность оказались значимо выше в группе с fQRS в сравнении с группой без fQRS (соответственно ОШ = 3,2;  $p < 0,00001$  и ОШ = 2,2;  $p < 0,0001$ ) [28].

В целом следует отметить, что представленные результаты внушают оптимизм в отношении целесообразности определения fQRS у больных с верифицированной

и в особенности с подозреваемой ИБС, однако сохраняется необходимость в проведении крупных проспективных рандомизированных клинических исследований по данной теме.

### **Диагностическая роль fQRS у пациентов с острым инфарктом миокарда**

Большинство изученных нами публикаций посвящено оценке fQRS у пациентов с нестабильной ИБС. В первую очередь обращают на себя внимание различия в частоте встречаемости данного показателя при разных вариантах острого коронарного синдрома. Так, fQRS была выявлена у 51% пациентов с острым инфарктом миокарда и лишь у 4% — с нестабильной стенокардией. Чувствительность в диагностике острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST составила 55%, специфичность — 96% [29].

В ретроспективном исследовании, включавшем 209 больных с острым инфарктом миокарда, fQRS была зарегистрирована в 54% случаев и ассоциировалась с более низкими значениями ФВ ЛЖ, а также с большей распространенностью инфарктной и перинфарктной зон, определенных по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) с контрастным усилением гадолинием, различия были статистически значимы ( $p < 0,05$ ) [30].

Основными индикаторами успешной реперфузионной терапии считаются: уменьшение интенсивности болевого синдрома, возврат сегмента ST на изолинию, возникновение реперфузионных аритмий. В то же время чувствительность и специфичность данных критериев ограничены. С учетом вышесказанного F.H. Erdem et al. предложили использовать fQRS в качестве одного из дополнительных критериев неэффективности тромболитика, что было подтверждено данными коронарографии (TIMI 0–2), выполненной спустя  $2,1 \pm 1,8$  дня с момента постановки диагноза острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST. Авторы указывали на наличие умеренной корреляции между fQRS и оценкой кровотока по TIMI ( $r = -0,347$ ;  $p < 0,001$ ). Сравнимые группы (с и без fQRS) существенно различались не только по ангиографическим, но и по эхокардиографическим характеристикам, обнаруживая более низкие значения ФВ ЛЖ у пациентов с fQRS ( $p = 0,02$ ) [31]. В то же время, проанализировав результаты холтеровского мониторирования ЭКГ у пациентов с полной реваскуляризацией миокарда (TIMI 3), A.M. Daszyk et al. обратили внимание на отсутствие значимых различий между лицами с и без fQRS в отношении частоты регистрации основных нарушений ритма и проводимости [32].

### **Оценка ранних и отдаленных исходов при инфаркте миокарда**

В одной из работ была обозначена возможность использования fQRS, определенной к концу 2-х сут инфаркта миокарда, в качестве независимого предиктора крупных сердечно-сосудистых событий — повторного инфаркта, реваскуляризации, смерти от сердечно-сосудистых причин — у 85 пациентов, подвергшихся чрескожному коронарному вмешательству (ОР = 7,2; 95%-й ДИ: 3,2–20,1;  $p = 0,006$ ). Период наблюдения составил  $6,6 \pm 2,3$  мес [6].

Результаты шести небольших исследований, опубликованных за последние 10 лет, также свидетельствуют

о негативном прогностическом значении fQRS у пациентов, перенесших инфаркт миокарда с или без подъема сегмента ST, по прошествии 1–1,5 года [33–39]. Впрочем, по мнению ряда авторов, определение fQRS может оказаться полезным не только для прогнозирования отдаленных исходов, но и для стратификации риска неблагоприятных событий в раннем постинфарктном периоде (на стационарном этапе) [7, 33, 36, 40–43]. Дополнительно следует отметить, что fQRS ассоциировалась с повышением внутрибольничной смертности только при наличии инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST [40]. По данным Z. Tanriverdi et al. [44], fQRS наравне с еще одним ЭКГ-феноменом — искажением конечной части QRS-комплекса помогает своевременно идентифицировать осложненное течение инфаркта. У пациентов с fQRS выявлялись более низкие значения ФВ ЛЖ, более высокие уровни тропонина, отмечался более медленный возврат сегмента ST на изолинию, чаще встречались проксимальные и множественные поражения коронарных сосудов (в сравнении с пациентами без fQRS,  $p < 0,001$ ). Авторы обращают внимание на наличие прямой умеренной взаимосвязи между количеством отведений с fQRS и числом сосудов с выраженным атеросклеротическим поражением ( $r = 0,50$ ;  $p < 0,001$ ) и обратной взаимосвязи между распространенностью

fQRS и величиной ФВ ЛЖ ( $r = -0,63$ ;  $p < 0,001$ ). Показатели внутрибольничной смертности оказались выше в группе с fQRS (14,3 против 4,5% в группе без fQRS,  $p = 0,006$ ) [44].

В работе, опубликованной G. Pietrasik et al., fQRS сама по себе не являлась маркером неблагоприятного прогноза, однако ее регистрация в подгруппе с регрессировавшими в постинфарктном периоде патологическими зубцами Q указывала на повышенный риск повторных сердечно-сосудистых катастроф (скорректированное ОР = 2,7;  $p = 0,004$ ). В вышеупомянутой подгруппе fQRS представляется единственным фактором, свидетельствующим в пользу ранее перенесенного инфаркта миокарда [45].

Основные работы, посвященные прогностической роли fQRS у пациентов с острым инфарктом миокарда, представлены в табл. 2.

Таким образом, в большинстве рассмотренных публикаций fQRS представлялась неблагоприятным предиктором как в раннем, так и в отдаленном постинфарктном периоде, что, на наш взгляд, позволяет рекомендовать использование данного показателя для идентификации больных высокого риска, требующих более активной тактики ведения. В первую очередь речь идет о случаях острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST.

Таблица 2. Прогностическая роль фрагментации у пациентов с острым инфарктом миокарда (данные литературы)

Авторы	Характеристика исследования	Количество участников	Диагноз	Период наблюдения	Конечные точки
M.K. Das et al.	Ретроспективное	896	ИМпST, ИМбпST, НС	34 ± 16 мес	Смертность от всех причин (ОР = 1,7; 95%-й ДИ: 1,9–2,4; $p = 0,003$ )
H. Ari et al.	Проспективное	85	ИМпST после ЧКВ	6,6 ± 2,3 мес	Крупные сердечно-сосудистые события — повторный ИМ, реваскуляризация, смерть от сердечно-сосудистых причин (ОР = 7,2; 95%-й ДИ: 3,2–20,1; $p = 0,006$ ; Se = 77%; Sp = 67%; AUC = 0,71 (0,57–0,86); $p = 0,01$ )
O. Akgul et al.	Проспективное	414	ИМпST		Смертность от всех причин в течение 1 года (ОР = 5,2; 95%-й ДИ: 1,4–19,2; $p = 0,01$ ); внутрибольничная смертность от сердечно-сосудистых заболеваний (ОШ = 24,4; 95%-й ДИ: 4,0–149,9; $p < 0,001$ )
A. Bekler et al.	Ретроспективное	149	ИМбпST	18 (13–24) мес	Смерть от сердечно-сосудистых причин (ОР = 2,77; 95%-й ДИ: 1,02–7,50; $p = 0,044$ )
E. Bozbeyoğlu et al.	Проспективное	433	ИМбпST	≥ 1 года	Внутрибольничная, 30-дневная смертность ( $p > 0,05$ ); смертность в течение 12 мес (15,2% vs. 5,4%; $p = 0,006$ )
R. Guo et al.	Ретроспективное	179	ИМбпST	10, 2 ± 2,6 мес	Смерть от сердечно-сосудистых причин (17,0% vs. 5,5%; $p = 0,011$ ); крупные сердечно-сосудистые события — НС, повторный ИМ, реваскуляризация (43,4% vs. 30,1%; $p = 0,03$ )
B. Redfors et al.	Проспективное	421	Передний ИМпST после ЧКВ	1 год	Композитная конечная точка (реваскуляризация, повторный ИМ, смерть от сердечно-сосудистых причин) в течение 1 года (скорректированное ОР = 0,3; 95%-й ДИ: 1,1–4,9; $p = 0,036$ )

Окончание табл. 2

Авторы	Характеристика исследования	Количество участников	Диагноз	Период наблюдения	Конечные точки
N. Uslu et al.	Ретроспективное	542	ИМпST после ЧКВ	566,1 ± 160,2 дня (в группе с fQRS), 563,7 ± 168,7 дня (в группе без fQRS)	Смертность от всех причин (13,1% vs. 6,9%; $p = 0,022$ ); ОШ = 1,9; 95%-й ДИ: 1,0–3,3; $p = 0,036$ ); сердечно-сосудистая смертность (11,8% vs. 6,2%; $p = 0,028$ ); внутрибольничная сердечно-сосудистая смертность (5,2% vs. 2,1%; $p = 0,05$ )
T. Attachaipanich et al.	Ретроспективное	452	ИМпST	Период госпитализации	Жизнеугрожающие нарушения ритма (ОШ = 4,2; 95%-й ДИ: 1,7–10,4; $p = 0,002$ )
Q.H. Sheng et al.	Ретроспективное	300	ИМпST, ИМбпST	15,1 ± 0,8 дня	Внутрибольничная смертность (ОШ = 1,8; 95%-й ДИ: 1,0–3,3; $p = 0,048$ ), в том числе у пациентов с ИМпST (ОШ = 2,4; 95%-й ДИ: 1,0–5,7; $p = 0,006$ ), у пациентов с ИМбпST ( $p > 0,05$ )
B. Stavileci et al.	Ретроспективное	296	ИМпST	Период госпитализации	Композитная конечная точка: внутрибольничная смертность, гемодинамическая и электрическая нестабильность (ОШ = 2,5; 95%-й ДИ: 1,0–6,2; $p = 0,05$ )
E. Yildirim et al.	Проспективное	355	ИМпST после ЧКВ	Период госпитализации	Крупные сердечно-сосудистые события — ЖТ, ФЖ, кардиогенный шок, остановка сердца (25,3% vs. 7,6%; $p = 0,001$ ); внутрибольничная смертность (6,5% vs. 0%; $p = 0,003$ )
Q. Zhao et al.	Ретроспективное	216	ИМпST после ЧКВ	Период госпитализации	Сердечно-сосудистая смертность ( $p > 0,05$ ); композиционная конечная точка — сердечно-сосудистая смертность, рецидив ИМ, реваскуляризация, желудочковые нарушения ритма, АВ-блокады, прогрессирование СН, ОНМК (50,8% vs. 30,0%; $p = 0,003$ )
Z. Tanriverdi et al.	Ретроспективное	248	ИМпST	Период госпитализации	Внутрибольничная смертность (14,3% vs. 4,5%; $p = 0,006$ )
G. Pietrasik et al.	Проспективное	350	Q-образующий ИМ	686 ± 280 дня	Крупные сердечно-сосудистые события — ИМ, НС, смерть от сердечно-сосудистых причин (ОР = 0,9; 95%-й ДИ: 0,5–1,6; $p > 0,05$ ); скорректированное ОР = 2,7; 95%-й ДИ: 1,4–5,2; $p = 0,004$ — в подгруппе с регрессом патологических зубцов Q

*Примечание.* В указанных исследованиях пациенты были разделены на две группы в зависимости от наличия fQRS. ИМпST — инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST; ИМбпST — инфаркт миокарда без подъема сегмента ST; НС — нестабильная стенокардия; ИМ — инфаркт миокарда; ОР — отношение рисков; 95%-й ДИ — 95%-й доверительный интервал; Se — чувствительность; Sp — специфичность; AUC — площадь под кривой; ЖТ — желудочковая тахикардия; ФЖ — фибрилляция желудочков; СН — сердечная недостаточность; ОНМК — острое мозговое нарушение кровообращения.

### Заключение

Фрагментация QRS-комплексов представляется доступным и перспективным инструментом в неинвазивной диагностике локальных рубцовых изменений миокарда у больных с ИБС. Ее наличие ассоциируется

с осложненным течением заболевания, высоким риском развития жизнеугрожающих аритмий, повторных (в том числе фатальных) сердечно-сосудистых катастроф, ростом общей и сердечно-сосудистой смертности. Использование фрагментации в рутинной клинической практике позволит улучшить диагностику и стратификацию

риска у пациентов с атеросклеротическим поражением коронарных артерий.

### Дополнительная информация

**Источник финансирования.** Поисково-аналитическая работа проведена за счет бюджетных средств организаций.

**Конфликт интересов.** Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

**Участие авторов.** Ю.Н. Федулаев — главный исследователь, разработка дизайна статьи, критический анализ результатов; И.В. Макарова — поисково-аналитическая работа, написание статьи (резюме, введение, терминология, разделы по стабильной ИБС), перевод, оформление статьи согласно требованиям журнала; Т.В. Пинчук — поисково-аналитическая работа, написание статьи (разделы по инфаркту миокарда); Г.А. Чувараян — поисково-аналитическая работа, перевод. Все авторы прочли и одобрили направление рукописи на публикацию и разделяют ответственность за изложенные данные.

### ЛИТЕРАТУРА

- Baldassarre A, Mucci N, Padovan M, et al. The Role of Electrocardiography in Occupational Medicine, from Einthoven's Invention to the Digital Era of Wearable Devices. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(14):4975. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph17144975>
- Reichlin T, Abächerli R, Twerenbold R, et al. Advanced ECG in 2016: is there more than just a tracing? *Swiss Med Wkly*. 2016;146:w14303. doi: <https://doi.org/10.4414/smww.2016.14303>
- Knuuti J, Wijns W, Achenbach S, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2020;41(3):407–477. doi: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz425>
- Стабильная ишемическая болезнь сердца: клинические рекомендации. Минздрав России, 2020. [Stabil'naja ishemicheskaja bolezn' serdca: Klinicheskie rekomendacii. Ministerstvo zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii, 2020. (In Russ.)] Available from: [https://scardio.ru/content/Guidelines/2020/Clinic\\_rekom\\_IBS.pdf](https://scardio.ru/content/Guidelines/2020/Clinic_rekom_IBS.pdf)
- Мангушева М.М., Маянская С.Д., Исхакова Г.Г. К вопросу о трудностях ЭКГ диагностики инфаркта миокарда // *Практическая медицина*. — 2019. — Т. 17. — № 2. — С. 15–20. [Mangusheva MM, Majanskaja SD, Ishakova GG. The question of the difficulties of ECG diagnosis of myocardial infarction. *Practical Medicine*. 2019;17(2):15–20. (In Russ.)] doi: [10.32000/2072-1757-2019-2-15-20](https://doi.org/10.32000/2072-1757-2019-2-15-20)
- Ari H, Cetinkaya S, Ari S, et al. The prognostic significance of a fragmented QRS complex after primary percutaneous coronary intervention. *Heart Vessels*. 2012;27(1):20–28. doi: <https://doi.org/10.1007/s00380-011-0121-9>
- Attachaipanich T, Krittayaphong R. Fragmented QRS as a predictor of in-hospital life-threatening arrhythmic complications in ST-elevation myocardial infarction patients. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2019;24(1):e12593. doi: <https://doi.org/10.1111/anec.12593>
- Das MK, Saha C, El Masry H, et al. Fragmented QRS on a 12-lead ECG: A predictor of mortality and cardiac events in patients with coronary artery disease. *Heart Rhythm*. 2007;4:1385–1392. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2007.06.024>
- El-Sherif N. The rsR' pattern in left surface leads in ventricular aneurysm. *Heart*. 1970;32:440–448. doi: <https://doi.org/10.1136/hrt.32.4.440>
- Varriale P, Chryssos BE. The RSR' complex not related to right bundle branch block: Diagnostic value as a sign of myocardial infarction scar. *Am Heart J*. 1992;123(2):369–376. doi: [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(92\)90648-F](https://doi.org/10.1016/0002-8703(92)90648-F)
- Das MK, Suradi H, Maskoun W, et al. Fragmented wide QRS on a 12-lead ECG: a sign of myocardial scar and poor prognosis. *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology*. 2008;1(4):258–268. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.107.763284>
- Dabbagh Kakhki VR, Ayati N, Zakavi SR, et al. Comparison between fragmented QRS versus Q wave in myocardial scar detection using myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Kardiol Pol*. 2015;73:437–444. doi: <https://doi.org/10.5603/KP.a2014.0242>
- Das MK, Khan B, Jacob S, et al. Significance of a fragmented QRS complex versus a Q wave in patients with coronary artery disease. *Circulation*. 2006;113(21):2495–2501. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.595892>
- Das MK, Saha C, El Masry H, et al. Fragmented QRS on a 12-lead ECG: A predictor of mortality and cardiac events in patients with coronary artery disease. *Heart Rhythm*. 2007;4:1385–1392. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2007.06.024>
- Illescas-González E, Araiza-Garayordobil D, Sierra Lara JD, et al. QRS-fragmentation: Case report and review of the literature. *Arch Cardiol Mex*. 2018;88(2):124–128. doi: <https://doi.org/10.1016/j.acmx.2016.12.008>
- Jain R, Singh R, Yamini S, Das MK. Fragmented ECG as a Risk Marker in Cardiovascular Diseases. *Current Cardiology Reviews*. 2014;10(3):277–286. doi: <https://doi.org/10.2174/1573403x10666140514103451>
- Supreeth RN, Francis J. Fragmented QRS — Its significance. *Indian Pacing and Electrophysiology Journal*. 2020;20(1):27–32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ipej.2019.12.005>
- Bonakdar H, Moladoust H, Kheirikhah J, et al. Significance of a fragmented QRS complex in patients with chronic total occlusion of coronary artery without prior myocardial infarction. *Anatol J Cardiol*. 2016;16(2):106–112. doi: <https://doi.org/10.5152/akd.2015.5887>
- Wang DD, Buerkel DM, Corbett JR, Gurm HS. Fragmented QRS complex has poor sensitivity in detecting myocardial scar. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2010;4(15):308–314. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1542-474X.2010.00385.x>
- Carey MG, Luisi AJ, Baldwa S, et al. The Selvester QRS Score is more accurate than Q waves and fragmented QRS complexes using the Mason-Likar configuration in estimating infarct volume in patients with ischemic cardiomyopathy. *J Electrocardiol*. 2010;(43):318–325. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2010.02.011>
- Tusun E, Ilter A, Besli F, et al. Fragmented QRS Is Associated with Improved Predictive Value of Exercise Treadmill Testing in Patients with Intermediate Pretest Likelihood of Significant Coronary Artery Disease. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2016;2(21):196–201. doi: <https://doi.org/10.1111/anec.12289>
- Korkmaz A, Yildiz A, Demir M, et al. The relationship between fragmented QRS and functional significance of coronary lesions. *J Electrocardiol*. 2017;3(50):282–286. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2017.01.005>
- Yilmaz H, Gungor B, Kemaloglu T, et al. The presence of fragmented QRS on 12-lead ECG in patients with coronary slow flow. *Kardiol Pol*. 2014;72(1):14–19. doi: <https://doi.org/10.5603/KP.2013.0181>
- Hung CL, Verma A, Uno H, Shin SH, et al. Longitudinal and circumferential strain rate, left ventricular remodeling, and prognosis after myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56(22):1812–1822. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.07.018>
- Yan GH, Wang M, Yiu KH, et al. Subclinical left ventricular dysfunction revealed by circumferential 2D strain imaging in patients with coronary artery disease and fragmented QRS complex. *Heart Rhythm*. 2012;9(6):928–935. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2012.01.007>
- Allatar F, Imran N, Shamoof F. Fragmented QRS and ejection fraction in heart failure patients admitted to the hospital. *IJC Heart and Vasculature*. 2015;9:11–14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijcha.2015.07.003>

27. Torigoe K, Tamura A, Kawano Y, et al. The number of leads with fragmented QRS is independently associated with cardiac death or hospitalization for heart failure in patients with prior myocardial infarction. *J Cardiol.* 2012;1(59):36–41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jjcc.2011.09.003>
28. Xu Y, Qiu Z, Xu Y, et al. The role of fQRS in coronary artery disease. A meta-analysis of observational studies. *Herz.* 2015;40(Suppl1):8–15. doi: <https://doi.org/10.1007/s00059-014-4155-5>
29. Das MK, Michael MA, Suradi H, et al. Usefulness of fragmented QRS on a 12-lead electrocardiogram in acute coronary syndrome for predicting mortality. *Am J Cardiol.* 2009;104(12):1631–1637. doi: <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2009.07.046>
30. Lorgis L, Cochet A, Chevallier O, et al. Relationship between fragmented QRS and no-reflow, infarct size, and peri-infarct zone assessed using cardiac magnetic resonance in patients with myocardial infarction. *Can J Cardiol.* 2014;2(30):204–210. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2013.11.026>
31. Hizal Erdem F, Tavil Y, Yazici H, et al. Association of fragmented QRS complex with myocardial reperfusion in acute ST-elevated myocardial infarction. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2013;18(1):69–74. doi: <https://doi.org/10.1111/anec.12011>
32. Daszyk AM, Zygmunt K, Mitreęa KA, et al. Fragmentation of the QRS complex in patients with acute coronary syndrome treated invasively. *Kardiologia Pol.* 2016;7(74):644–649. doi: <https://doi.org/10.5603/KP.a2015.0251>
33. Akgul O, Uyarel H, Pusuroglu H, et al. Predictive value of a fragmented QRS complex in patients undergoing primary angioplasty for ST elevation myocardial infarction. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2015;20(3):263–272. doi: <https://doi.org/10.1111/anec.12179>
34. Bekler A, Gazi E, Erbaę G, et al. ST yükselmesiz miyokart enfarktüsülü hastalarda başvuruındaki 12-derivasyonlu elektrokardiografide fragmente QRS varlığı ile uzun dönem mortalite arasındaki ilişki [Relationship between presence of fragmented QRS on 12-lead electrocardiogram on admission and long-term mortality in patients with non-ST elevated myocardial infarction. (In Turkish)]. *Türk Kardiyol Dern Ars.* 2014;42(8):726–732. doi: <https://doi.org/10.5543/TKDA.2014.79438>
35. Bozbeyoęlu E, Yıldırım Türk Ö, Yazıcı S, et al. Fragmented QRS on Admission Electrocardiography Predicts Long-Term Mortality in Patients with Non-ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2016;21(4):352–357. doi: <https://doi.org/10.1111/anec.12314>
36. Güngör B, Özcan KS, Karataş MB, et al. Prognostic Value of QRS Fragmentation in Patients with Acute Myocardial Infarction: A Meta-Analysis. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2016;21(6):604–612. doi: <https://doi.org/10.1111/anec.12357>
37. Guo R, Zhang J, Li Y, et al. Prognostic significance of fragmented QRS in patients with non-ST elevation myocardial infarction: results of a 1-year, single-center follow-up. *Herz.* 2012;37(7):789–795. doi: <https://doi.org/10.1007/s00059-012-3603-3>
38. Redfors B, Kosmidou I, Crowley A, et al. Prognostic significance of QRS fragmentation and correlation with infarct size in patients with anterior ST-segment elevation myocardial infarction treated with percutaneous coronary intervention: Insights from the INFUSE-AMI trial. *Int J Cardiol.* 2018;253:20–24. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.10.051>
39. Uslu N, Gul M, Cakmak HA, et al. The assessment of relationship between fragmented QRS complex and left ventricular wall motion score index in patients with ST elevation myocardial infarction who underwent primary percutaneous coronary intervention. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2015;20(2):148–157. doi: <https://doi.org/10.1111/anec.12180>
40. Sheng QH, Hsu CC, Li JP, et al. Correlation between fragmented QRS and the short-term prognosis of patients with acute myocardial infarction. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2014;15(1):67–74. doi: <https://doi.org/10.1631/jzus.B1300091>
41. Stavileci B, Cimci M, Ikitimur B, et al. Significance and usefulness of narrow fragmented QRS complex on 12-lead electrocardiogram in acute ST-segment elevation myocardial infarction for prediction of early mortality and morbidity. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2014;19(4):338–344. doi: <https://doi.org/10.1111/anec.12133>
42. Yildirim E, Karaçimen D, Özcan KS, et al. The relationship between fragmentation on electrocardiography and in-hospital prognosis of patients with acute myocardial infarction. *Med Sci Monit.* 2014;20:913–919. doi: <https://doi.org/10.12659/MSM.890201>
43. Zhao Q, Zhang R, Hou J, Yu B. Relationship between Fragmented QRS and NT-proBNP in Patients with ST Elevation Myocardial Infarction Who Underwent Primary Percutaneous Coronary Intervention. *Acta Cardiol Sin.* 2018;34(1):13–22. doi: [https://doi.org/10.6515/ACS.201801\\_34\(1\).20170903A](https://doi.org/10.6515/ACS.201801_34(1).20170903A)
44. Tanrıverdi Z, Dursun H, Simsek MA, et al. The Predictive Value of Fragmented QRS and QRS Distortion for High-Risk Patients with STEMI and for the Reperfusion Success. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2015;20(6):578–585. doi: <https://doi.org/10.1111/anec.12265>
45. Pietrasik G, Goldenberg I, Zdzienicka J, et al. Prognostic significance of fragmented QRS complex for predicting the risk of recurrent cardiac events in patients with Q-wave myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 2007;100(4):583–586. doi: <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2007.03.063>

#### КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Макарова Ирина Владимировна**, ассистент [*Irina V. Makarova*, MD]; адрес: 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1 [address: 1 Ostrovitianov str., 117997, Moscow, Russia]; e-mail: [irina-makarova93@mail.ru](mailto:irina-makarova93@mail.ru), SPIN-код: 3525-1775, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5127-1300>

**Федулаев Юрий Николаевич**, д.м.н., профессор [*Yuri N. Fedulaev*, MD, PhD, Professor]; e-mail: [kuwert@yandex.ru](mailto:kuwert@yandex.ru), SPIN-код: 2764-7250, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4040-2971>

**Пинчук Татьяна Витальевна**, к.м.н., доцент [*Tatiana V. Pinchuk*, MD, PhD, Assistant Professor]; e-mail: [doktor2000@inbox.ru](mailto:doktor2000@inbox.ru), SPIN-код: 1940-2017, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7877-4407>

**Чувараян Григорий Асватурович**, к.м.н., доцент [*Grigoriy A. Chuvarayan*, MD, PhD, Assistant Professor]; e-mail: [grigoriy.chuvarayan@gmail.com](mailto:grigoriy.chuvarayan@gmail.com), SPIN-код: 1333-2511, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4503-6280>