

УДК 616.12-073.97:616.132.2-089

<https://doi.org/10.23888/HMJ202311149-58>

Электрокардиографические изменения в раннем периоде после плановой реваскуляризации миокарда

А. А. Семагин^{1✉}, А. А. Фокин²¹ Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Челябинск, Российская Федерация² Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Российская Федерация*Автор, ответственный за переписку:* Семагин Алексей Андреевич, AASemagin@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Актуальность. На сегодняшний день разработаны высокоэффективные методы защиты миокарда, которые широко применяются в кардиохирургической практике. Вместе с тем, сохраняется проблема периоперационного инфаркта миокарда, которая является одной из причин неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и смертности, как на госпитальном этапе лечения, так и в отдаленном периоде. Фактором, приводящим к подобному осложнению, может быть острая дисфункция коронарного шунта, своевременное выявление и устранение которой позволит снизить негативные последствия повреждения миокарда. Актуальность исследования обусловлена изучением связи между ангиографическими данными пациентов с доказанным острым нарушением функции коронарных шунтов и без таковых с характером ишемических изменений на электрокардиограмме.

Цель. Выявление патогномичных электрокардиографических признаков нарушения функции коронарных шунтов в раннем послеоперационном периоде после плановой реваскуляризации миокарда.

Материалы и методы. В исследование было включено 196 (1,86%) из 10 550 пациентов, которым выполнены плановые операции коронарного шунтирования в Федеральном центре сердечно-сосудистой хирургии города Челябинска с 2011 по 2020 гг., подвергшихся неотложной коронарошунтографии (КШГ) после планового коронарного шунтирования в связи с появлением в раннем послеоперационном периоде признаков повреждения миокарда. В зависимости от вида ангиографических находок и выбранной лечебной тактики было сформировано 3 группы. В группу I (n = 86) вошли пациенты, у которых по данным КШГ были выявлены дефекты в зоне крупных шунтированных коронарных артерий, из них 60 пациентам было проведено эндоваскулярное лечение, а 26 — повторное открытое хирургическое вмешательство. Группу II (n = 33) составили пациенты, у которых были отмечены нарушения функции шунтов, однако в связи с малым диаметром или выраженным диффузным поражением шунтированных коронарных артерий, всем этим пациентам проведена консервативная терапия. В группу III вошли 77 пациентов, у которых гемодинамически значимых дефектов шунтов и нативных артерий выявлено не было.

Результаты. При изучении послеоперационных электрокардиографических данных было обнаружено, что достоверные различия между группами были получены только по возникновению желудочковых аритмий ($P_{1-2} = 0,027$; $P_{2-3} = 0,01$). По другим патологическим электрокардиографическим признакам и их сочетаниям статистических различий не было.

Заключение. Изолированное электрокардиографическое исследование в раннем послеоперационном периоде не позволяет выявить пациентов с дисфункцией коронарных шунтов. Необходима разработка диагностического алгоритма, включающего в себя инструментальные и лабораторные методы, для точной диагностики ишемии миокарда вызванной нарушением функции шунтов или патологической деформацией коронарного русла вследствие хирургических манипуляций.

Ключевые слова: *периоперационное повреждение миокарда; острый инфаркт миокарда; электрокардиография; коронарошунтография*

Для цитирования:

Семагин А. А., Фокин А. А. Электрокардиографические изменения в раннем периоде после плановой реваскуляризации миокарда // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2023. Т. 11, № 1. С. 49–58. <https://doi.org/10.23888/HMJ202311149-58>.

<https://doi.org/10.23888/HMJ202311149-58>

Electrocardiographic Changes in Early Period after Planned Myocardial Revascularization

Aleksey A. Semagin^{1✉}, Aleksey A. Fokin²

¹ Federal Centre for Cardiovascular Surgery, Chelyabinsk, Russian Federation

² South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russian Federation

Corresponding author: Aleksey A. Semagin, AASemagin@gmail.com

ABSTRACT

INTRODUCTION: To date, highly effective methods of myocardial protection have been developed, which are widely used in cardiac surgery. At the same time, the problem of perioperative myocardial infarction still exists and is one of the causes of adverse cardiovascular events and mortality, both at the hospital stage of treatment and in the long-term period. A factor leading to such a complication may be acute dysfunction of the coronary bypass graft, the timely detection and elimination of which will reduce the negative consequences of myocardial damage. The relevance of the study results from investigation of the relationship between the angiographic data and the character of ischemic changes on the electrocardiogram of patients with and without proven acute dysfunction of coronary bypass graft.

AIM: Identification of the most pathognomonic electrocardiographic signs of dysfunction of coronary bypass grafts in the early postoperative period after planned myocardial revascularization.

MATERIALS AND METHODS: The study included 196 (1.86%) of 10,550 patients operated for coronary artery disease in Chelyabinsk Center of Cardiovascular Surgery from 2011 to 2020, who underwent emergency angiography after planned coronary artery bypass graft surgery due to the appearance of signs of myocardial damage in the early postoperative period. Depending on the type of angiographic findings and the chosen treatment tactics, patients were divided to 3 groups. Group I (n = 86) included patients in whom angiography revealed defects in the area of large bypassed coronary arteries, of them 60 patients underwent endovascular treatment, and 26 patients underwent repeated open surgery. Group II (n = 33) consisted of patients in whom bypass graft dysfunction was noted, but, however, due to the small diameter or pronounced diffuse lesion of the bypassed coronary arteries, all the patients underwent conservative therapy. Group III included 77 patients in whom hemodynamically significant defects in grafts and native arteries were not identified.

RESULTS: When studying postoperative electrocardiographic data, it was found that significant differences between the groups were obtained only in the occurrence of ventricular arrhythmias ($P_{1-2} = 0.027$; $P_{2-3} = 0.01$). As for other pathological electrocardiographic signs and their combinations, no statistical differences were found.

CONCLUSIONS: An isolated electrocardiographic study in the early postoperative period does not permit to identify patients with dysfunction of coronary bypass grafts. It is necessary to develop a diagnostic algorithm, including instrumental and laboratory methods, for accurate diagnosis of myocardial ischemia caused by impaired graft function or pathological deformation of the coronary bed due to surgical procedures.

Keywords: *perioperative myocardial injury; acute myocardial infarction; electrocardiography; coronary bypass graft angiography*

For citation:

Semagin A. A., Fokin A. A. Electrocardiographic Changes in Early Period after Planned Myocardial Revascularization. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2023;11(1):49–58. <https://doi.org/10.23888/HMJ202311149-58>.

Актуальность

Коронарное шунтирование (КШ) в настоящее время остаётся «золотым» стандартом при многососудистом поражении коронарного русла [1]. Однако, несмотря на современные методы защиты миокарда и отработанную технику оперативного вмешательства, ишемия миокарда в интра- и раннем послеоперационных периодах остаётся актуальной проблемой [2]. Периоперационное повреждение миокарда значительно увеличивает показатели смертности и количество неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, как в ближайшем, так и в отдалённом послеоперационном периодах [3, 4]. Своевременное выявление причин, вызвавших гибель кардиомиоцитов, позволит выбрать необходимую лечебную стратегию и улучшить ближайшие и отдалённые результаты хирургического вмешательства. Первым наиболее доступным инструментальным исследованием в раннем послеоперационном периоде является электрокардиография. Ишемические изменения на электрокардиограмме (ЭКГ) позволяют заподозрить острую дисфункцию трансплантата и принять меры для проведения дополнительных исследований [5]. С другой стороны, хорошо известно, что даже после неосложнённых кардиохирургических вмешательств в условиях искусственного кровообращения (ИК) встречается широкий спектр неоднозначных электрокардиографических находок [6]. К их появлению может приводить множество факторов: вид и качество проведённой кардиоплегии, реперфузионный синдром, системный воспалительный ответ, электролитные нарушения, манипуляции с сердцем, явления перикардита [7]. Однако, ишемические изменения на ЭКГ могут свидетельствовать и о таком грозном событии, как острая дисфункция коронарного шунта, несвоевременная диагностика которой может привести к острому инфаркту миокарда (ОИМ) и безвозвратной потере функции левого желудочка (ЛЖ). С точки зрения кардиохирурга, верификация именно таких ЭКГ-признаков представляет наибольший интерес.

Цель. Ретроспективный анализ послеоперационных ЭКГ пациентов, подвергшихся экстренной коронаршунтографии (КШГ) в раннем периоде после изолированного КШ и выявление наиболее патогномичных ЭКГ-признаков нарушения функции коронарных шунтов.

Материалы и методы

Для реализации поставленных задач из числа прооперированных в Федеральном центре сердечно-сосудистой хирургии города Челябинска по поводу ИБС с 2011 по 2020 гг. (коронарное шунтирование выполнено 10 550 пациентам) были проанализированы ЭКГ всех пациентов, подвергшихся неотложной КШГ в связи с появлением в раннем послеоперационном периоде признаков повреждения миокарда ($n = 196/1,86\%$). В зависимости от вида ангиографических находок и выбранной лечебной тактики было сформировано 3 группы. В группу I ($n = 86$) вошли пациенты, у которых по данным КШГ были выявлены дефекты в зоне крупных шунтированных коронарных артерий, из них 60 пациентам было проведено эндоваскулярное лечение, а 26 — повторное открытое хирургическое вмешательство. Группу II ($n = 33$) составили пациенты у которых были отмечены нарушения функции шунтов, однако в связи с малым диаметром или выраженным диффузным поражением шунтированной коронарной артерии, им всем проводилась консервативная терапия. В группу III вошли 77 пациентов у которых гемодинамически значимых ангиографических дефектов шунтов и нативных артерий выявлено не было.

Характеристика исследуемых пациентов представлена в таблице 1.

Оперативные вмешательства в большинстве случаев были проведены с применением ИК и холодной кровяной кардиоплегии. На работающем сердце было выполнено 4 (4,7%) операции в группе I, 2 (6%) операции в группе II и 2 (2,6%) операции в группе III. При параллельном ИК в связи с низкой сократительной способностью левого желудочка

Таблица 1. Сравнительная характеристика исследуемых пациентов

Параметры	Группа I (n = 86)	Группа II (n = 33)	Группа III (n = 77)	p
Мужской пол	69 (80,2%)	28 (84,9%)	67 (87%)	0,495
Женский пол	17 (19,8%)	5 (15,1%)	10 (13%)	0,495
Хроническая болезнь почек	6 (7%)	2 (6%)	12 (15,6%)	0,134
Патология брахиоцефальных сосудов	18 (21%)	8 (24,2%)	16 (20,8%)	0,911
Фибрилляция предсердий	6 (7%)	3 (9%)	13 (16,9%)	0,124
Хроническая обструктивная болезнь лёгких	4 (4,6%)	1 (3%)	3 (3,9%)	0,918
Сахарный диабет 2 типа	15 (17,4%)	7 (21,2%)	17 (22%)	0,745
Классы стабильной стенокардии напряжения согласно классификации Канадской ассоциации кардиологов				
Класс 2	33 (38,4%)	9 (27,3%)	25 (32,5%)	0,480
Класс 3	37 (43%)	19 (57,6%)	38 (49,4%)	0,347
Класс 4	16 (18,6%)	5 (15,2%)	14 (18,2%)	0,904
Инфаркт миокарда в анамнезе	64 (74,4%)	19 (57,6%)	50 (64,9%)	0,166

в группе I было проведено 2 (2,3%) операции, 1 (3%) операция в группе II, в группе III таких операций не было. В качестве шунта для передней межжелудочковой артерии (ПМЖВ) в большинстве случаев применялась левая внутренняя грудная артерия (ЛВГА), другие артериальные бассейны в подавляющем количестве случаев были реваскуляризированы венозными кондуитами.

При переводе пациента в отделение реанимации всем пациентам проводили непрерывный мониторинг ЭКГ, ЭХО-КГ и регулярно осуществляли исследование стандартного набора лабораторных проб. Регистрацию электрокардиограммы проводили в 12 стандартных отведениях с анализом ритма сердца, нарушения проводимости и ишемических изменений. ЭКГ исследование выполнялось при поступлении пациента в стационар, непосредственно перед проведением операции, ежедневно в раннем послеоперационном периоде с интервалами не более 12 часов.

Статистический анализ. Категориальные данные представлены в виде единиц и процентов (долей). Непрерывные данные представлены в виде «среднее (стандартное отклонение)», «среднее (95% доверительного интервала)» и «медиана (значения 25-го; 75-го перцентилей)» в за-

висимости от нормальности распределения. Сравнения категориальных переменных между группами проводились с помощью χ^2 -теста Пирсона, всякий раз, когда ожидаемые частоты < 5 возникали, Р-значения рассчитывались точно. Сравнение между тремя группами было выполнено с помощью одномерного дисперсионного анализа для независимых групп (ANOVA) в случае соответствия выборок нормальному распределению, если это было не так использовали критерий Краскела–Уоллиса. При наличии различий между группами использовали апостериорные попарные сравнения с поправкой Бонферрони. Статистическую обработку проводили в программе IBM SPSS Statistics 26.

Результаты

Хронометрические характеристики хирургического вмешательства, такие как время пережатия аорты (ВПА) и время искусственного кровообращения (ВИК) достоверно не отличались при сравнении между группами (табл. 2).

В группе I в 22 (25,6%) случаях отмечали неудовлетворительное течение раннего постперфузионного периода, выражающееся в злокачественных желудочковых аритмиях и потребностью в высокодозной кардиотонической поддержке

Таблица 2. Интраоперационные данные

Количество шунтов	Группа I (n = 86)	Группа II (n = 33)	Группа III (n = 77)	P
	Me (Q1–Q3)	Me (Q1–Q3)	Me (Q1–Q3)	
	2,9 (2,8–3,1)	2,8 (2,6–3)	2,8 (2,7–3)	
Время пережатия аорты	41,6 (37,2–46)	38,1 (31–45,2)	38 (34,2–41,8)	0,44
Время искусственного кровообращения	85,1 (76–94,3)	80,8 (67–94,9)	81,8 (73–90,5)	0,78

для поддержания адекватной гемодинамики. Из них 14 пациентов подверглись КШГ сразу же после операции до перевода в ОРИТ и 8 пациентам КШГ была проведена в течение 1 часа с момента окончания операции. 64 пациентам у которых наблюдалось стандартное отлучение от ИК КШГ была проведена через 9,6 (4,3–15) часов.

В группе II в 3 (9%) случаях отмечалось плохое отлучение от ИК, двоим пациентам КШГ была выполнена сразу же после операции до перевода в ОРИТ, одному пациенту КШГ была проведена через 1 час после окончания операции. Остальным пациентам (n = 30) КШГ была

проведена через 13,7 (0,3–27) часов.

В группе III в 15 (19,5%) случаях отмечались сложности при отлучении от ИК, из них 13 пациентам КШГ была выполнена сразу же после операции до перевода в ОРИТ и двоим пациентам КШГ была проведена через 9 и 32 часа от момента окончания операции соответственно. 62 пациентам КШГ была проведена через 13,8 (8,7–8,9) часов.

У пациентов с интраоперационными сложностями восстановления собственной гемодинамики при отлучении от ИК наблюдались патологические ЭКГ-изменения, представленные в таблице 3.

Таблица 3. ЭКГ-изменения регистрируемые у пациентов исследуемых групп с интраоперационными проблемами

Послеоперационные изменения ЭКГ	Группа I (n = 22/86)	Группа II (n = 3/33)	Группа III (n = 15/77)	P
Q-волна	2 (9%)	0	2 (13,3%)	1,000
Блокада правой ножки пучка Гиса	3 (13,6%)	0	1 (6,7%)	0,735
Блокада левой ножки пучка Гиса	0	0	0	1,000
Устойчивая желудочковая аритмия	1 (4,5%)	0	1 (6,7%)	1,000
Изменения сегмента ST	8 (36,4%)	0	2 (13,3%)	0,221
Полная атриовентрикулярная блокада	2 (9%)	0	0	0,577
Количество электрокардиографических признаков	16 (72,7%)	0	6 (40%)	0,016
Сочетание двух электрокардиографических признаков	2	0	0	0,577
Блокада правой ножки пучка Гиса + изменения сегмента ST	2	0	0	0,577
Q- волна + изменения сегмента ST	1	-	-	

Исходя из данных, представленных в таблице 3 статистически значимых различий между отдельными электрокардиографическими изменениями в исследуемых группах не было, хотя отмечалась большая тенденция в группе I к патологической девиации сегмента ST. Комбинации двух патологических ЭКГ-изменений встречались в двух случаях в группе I, в группе II и III таких наблюдений не было. При проведении сравнения общего количества ишемических ЭКГ-изменений статистические различия выявлены между всеми

группами, с преобладанием их в Группе I.

Всего из 196 исследуемых больных было выявлено 113 (57,7%) с впервые возникшими патологическими изменениями на ЭКГ, в группе I 49 (57%) пациентов, в группе II 20 пациентов (60,6%), в группе III 44 пациента (57,1%). При включении в сравнительный анализ количества электрокардиографических изменений всех пациентов были получены данные представленные в таблице 4. Количество пациентов с сочетанием ЭКГ-признаков представлено в таблице 5.

Таблица 4. Количество ЭКГ-изменений, регистрируемых у пациентов исследуемых групп

Послеоперационные изменения ЭКГ	Группа I (n = 86)	Группа II (n = 33)	Группа III (n = 77)	P
Q-волна	11 (12,8%)	4 (12,1%)	7 (9%)	0,745
Блокада правой ножки пучка Гиса	15 (17,4%)	2 (6%)	5 (6,5%)	0,052
Блокада левой ножки пучка Гиса	7 (8,1%)	4(12,1%)	3 (3,9%)	0,275
Устойчивая желудочковая аритмия	6 (7%) P ₁₋₂ = 0,027	8 (24,2%) P ₂₋₃ = 0,01	4 (5,2%)	0,009
Изменения сегмента ST	26 (30,2%)	9 (27,3%)	31 (40,3%)	0,278
Полная атриовентрикулярная блокада	3 (3,5%)	2 (6%)	4 (5,2%)	0,733
Количество признаков	68	29	54	0,107

Таблица 5. Пациенты с сочетанием ЭКГ-признаков

Пациенты с 1 ЭКГ-признаком	35 (40,7%)	13 (39,4%)	36 (46,8%)	0,67
Пациенты с 2 признаками	13 (15,1%)	6 (18,2%)	8 (10,4%)	0,494
Пациентов с 3 признаками	1 (1,2%)	1 (3%)	0	0,309
Пациентов с сочетанием признаков	14 (16,3%)	7 (21,2%)	8 (10,4%)	0,3
Всего пациентов с ЭКГ-изменениями	49 (57%)	20 (60,6%)	44 (57,1%)	0,932

Исходя из данных, представленных в таблице 4 статистически значимые различия между отдельными патологическими электрокардиографическими изменениями получены только по возникновению злокачественных желудочковых нарушений ритма в группе II. Как следует из таблицы 5 комбинации ЭКГ-изменений встречались в 14 случаях в группе I, в 7 случаях в группе II и в 8 случаях в группе III. При прове-

дении сравнения общего количества ишемических ЭКГ-изменений статистических различий выявлено не было.

Механическая поддержка кровообращения понадобилась в 13 (15,1%) случаях в группе I, в 3 (9%) случаях в группе II и в 9 случаях (11,7%) в группе III. Летальных случаев в госпитальном периоде в группе I было 7 (8,1%), 3(9%) и 2 (2,6%) случаев в группе II и группе III соответственно. Под-

Таблица 6. Структура осложнений

Осложнения	Группа I (n = 86)	Группа II (n = 33)	Группа III (n = 77)	p
Кровотечение	14 (16,3%)	4 (12,1%)	7 (9%)	0,387
Острое нарушение мозгового кровообращения	7 (8,1%)	1 (3%)	6 (7,8%)	0,711
Раневые инфекции грудной клетки	9 (10,5%)	3 (9%)	4 (5,2%)	0,419
Внутриаортальная баллонная контрпульсация	7 (8,1%)	2 (6%)	6 (7,8%)	1,000
Экстракорпоральная мембранная оксигенация	6 (7%)	1 (3%)	3 (3,9%)	0,682
Госпитальная летальность	7 (8,1%)	3 (9%)	2 (2,6%)	0,230

робная структура послеоперационных осложнений представлена в таблице 6.

Обсуждение

Представленное исследование подтверждает литературные данные, свидетельствующие о том, что, несмотря на общее признание электрокардиографии первым методом диагностики ишемических событий, точность метода после кардиохирургических операций значительно снижается [8, 9]. На ЭКГ-картину существенное воздействие оказывает длительность пережатия аорты и продолжительность ИК, вид и качество проведённой кардиоплегии, время реперфузионного периода, манипуляции с сердцем во время операции, явления постоперационного перикардита, метаболический и электролитный дисбаланс, применение кардиотонических препаратов.

В нашем исследовании в каждой из исследуемых групп более чем в половине случаев наблюдались патологические ЭКГ-изменения, а при сравнении групп по отдельным ЭКГ-признакам в большинстве случаев нами не было выявлено достоверных различий. Похожие данные были получены в работе Wang T., и др. [10], в их работе была проанализирована связь различных значений высокочувствительного Тропонина Т в сочетании с электрокардиографическими и эхокардиографическими признаками с госпитальной и среднесрочной летальностью. Исследование показало, что сочетание высокого уровня Тропонина Т (> 140 нг/л) и ЭКГ-

изменений выступало независимым предиктором летальности, а сочетание уровня Тропонина Т > 500 нг/л и ЭКГ-изменений таковым предиктором не являлось, при этом вид ЭКГ-изменений статистически не различались между группами, что может косвенно говорить об отсутствии связи между ними и значениями кардиоспецифических ферментов. В то же время было определено, что даже изолированные патологические ишемические ЭКГ-изменения были предиктором смертности, HR 3,32 (ДИ 95% 1,21-9,13). Противоположные данные представила группа исследователей [6], которые показали, что возникновение ишемических изменений на ЭКГ связано с повышенным высвобождением кардиоспецифических ферментов. Особую ценность представляет работа Hultgren K., и др. [11], в которой показана слабая связь между изолированными признаками ишемии миокарда (ЭКГ-признаками, уровнем Тропонина) и ангиографически доказанной дисфункцией коронарных шунтов. Наиболее важным предиктором острого нарушения функции коронарных графтов было сочетание нестабильной гемодинамики и ишемических признаков на ЭКГ, таким образом авторы делают вывод о необходимости комплексной оценки ишемических постоперационных изменений.

Полученные нами данные говорят о том, что признаки ишемии на ЭКГ требуют тщательной и осторожной оценки, так как во многих случаях даже у больных перенёвших неосложнённую кардио-

хирургическую операцию, часто встречаются неоднозначные ЭКГ-феномены [5]. По нашему мнению, для максимально ранней детекции нарушения функции коронарного кровотока в раннем послеоперационном периоде необходима разработка рутинного строго хронологически регламентированного диагностического комплекса, включающего в себя электрокардиографию, анализ маркеров повреждения миокарда и трансторакальную эхокардиографию, так как изолированные данные исключают эту возможность. Применение комплекса диагностических методов позволит своевременно и максимально точно определять функцию коронарного кровотока, предотвращать развитие ОИМ, улучшить результаты хирургического

вмешательства и определить точные показания к проведению экстренных коронарошунтографий.

Заключение

Изолированное электрокардиографическое исследование в раннем послеоперационном периоде не позволяет выявить пациентов с дисфункцией коронарных шунтов. Необходима разработка диагностического алгоритма, включающего в себя инструментальные и лабораторные методы, для точной верификации ишемического повреждения миокарда связанного именно с нарушением функции шунтов или нативных коронарных артерий вследствие хирургического воздействия.

Список источников

1. Neumann F., Sousa-Uva M., Ahlsson A., et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization // *European Heart Journal*. 2019. Vol. 40, No. 2. P. 87–165. doi: [10.1093/eurheartj/ehy394](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy394)
2. Cornwell L.D., Omer S., Rosengart T., et al. Changes over time in risk profiles of patients who undergo coronary artery bypass graft surgery: The Veterans Affairs Surgical Quality Improvement Program (VASQIP) // *JAMA Surgery*. 2015. Vol. 150, No. 4. P. 308–315. doi: [10.1001/jamasurg.2014.1700](https://doi.org/10.1001/jamasurg.2014.1700)
3. Mitra A.K., Gangahar D.M., Agrawal D.K. Cellular, molecular and immunological mechanisms in the pathophysiology of vein graft intimal hyperplasia // *Immunology and Cell Biology*. 2006. Vol. 84, No. 2. P. 115–124. doi: [10.1111/j.1440-1711.2005.01407.x](https://doi.org/10.1111/j.1440-1711.2005.01407.x)
4. Бондарева З.Г., Тетерина Е.В. Периоперационный инфаркт миокарда у больных после аортокоронарного шунтирования: частота встречаемости и трудности диагностики // *Российский кардиологический журнал*. 2008. № 5. С. 68–75.
5. Weidenmann V., Robinson N.B., Rong L.Q., et al. Diagnostic dilemma of perioperative myocardial infarction after coronary bypass grafting: a review // *International Journal of Surgery*. 2020. Vol. 79. P. 76–83. doi: [10.1016/j.ijssu.2020.05.036](https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.05.036)
6. Shahzamani A., Sheikhabahei E., Shahabi S., et al. Perioperative myocardial infarction diagnosis after bypass grafting surgery using coupled electrocardiographic changes and cardiac troponin I // *Indian Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 2019. Vol. 35, No. 1. P. 25–30. doi: [10.1007/s12055-018-0713-4](https://doi.org/10.1007/s12055-018-0713-4)
7. Накацева Е.В., Рунов А.Л., Вонский М.С. Постперикардотомный синдром: роль генетических факторов в патогенезе системной воспалительной реакции после операции на открытом сердце // *Российский кардиологический журнал*. 2019. Т. 24, № 11. С. 22–27. doi: [10.15829/1560-4071-2019-11-22-27](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-11-22-27)
8. Svejholm R., Dahlin L.G., Lundberg C., et al. Are electrocardiographic Q-wave criteria reliable for diagnosis of perioperative myocardial infarction after coronary surgery? // *European Journal of Cardiothoracic Surgery*. 1998. Vol. 13, No. 6. P. 655–661. doi: [10.1016/s1010-7940\(98\)00091-8](https://doi.org/10.1016/s1010-7940(98)00091-8)
9. Mauermann E., Bolliger D., Fitch J., et al. Significance of new Q waves and their location in postoperative ECGs after elective on-pump cardiac surgery: An observational cohort study // *European Journal of Anaesthesiology*. 2017. Vol. 34, No. 5. P. 271–279. doi: [10.1097/EJA.0000000000000605](https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000605)
10. Wang T.K., Stewart R.A., Ramanathan T., et al. Diagnosis of MI after CABG with high-sensitivity troponin T and new ECG or echocardiogram changes: relationship with mortality and validation of the universal definition of MI // *European Heart Journal. Acute Cardiovascular Care*. 2013. Vol. 2, No. 4. P. 323–333. doi: [10.1177/2048872613496941](https://doi.org/10.1177/2048872613496941)
11. Hultgren K., Andreasson A., Axelsson T., et al. Acute coronary angiography after coronary artery bypass grafting // *Scandinavian Cardiovascular Journal*. 2016. Vol. 50, No. 2. P. 123–127. doi: [10.3109/14017431.2016.1143112](https://doi.org/10.3109/14017431.2016.1143112)

References

1. Neumann F, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*. 2019;40(2):87–165. doi: [10.1093/eurheartj/ehy394](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy394)
2. Cornwell LD, Omer S, Rosengart T, et al. Changes over time in risk profiles of patients who undergo coronary artery bypass graft surgery: The Veterans Affairs Surgical Quality Improvement Program (VASQIP). *JAMA Surgery*. 2015;150(4):308–15. doi: [10.1001/jamasurg.2014.1700](https://doi.org/10.1001/jamasurg.2014.1700)
3. Mitra AK, Gangahar DM, Agrawal DK. Cellular, molecular and immunological mechanisms in the pathophysiology of vein graft intimal hyperplasia. *Immunology and Cell Biology*. 2006;84(2):115–24. doi: [10.1111/j.1440-1711.2005.01407.x](https://doi.org/10.1111/j.1440-1711.2005.01407.x)
4. Bondareva ZG, Teterina EV. Peri-intervention myocardial infarction after coronary artery bypass graft surgery: incidence and diagnostic problems. *Russian Journal of Cardiology*. 2008;(5):68–75. (In Russ).
5. Weidenmann V, Robinson NB, Rong LQ, et al. Diagnostic dilemma of perioperative myocardial infarction after coronary bypass grafting: a review. *International Journal of Surgery*. 2020;79:76–83. doi: [10.1016/j.ijssu.2020.05.036](https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.05.036)
6. Shahzamani A, Sheikhabaei E, Shahabi S, et al. Perioperative myocardial infarction diagnosis after bypass grafting surgery using coupled electrocardiographic changes and cardiac troponin I. *Indian Journal Thoracic Cardiovascular Surgery*. 2019;35(1):25–30. doi: [10.1007/s12055-018-0713-4](https://doi.org/10.1007/s12055-018-0713-4)
7. Nakatseva EV, Runov AL, Vonsky MS. Postpericardiotomy syndrome: the role of genetic factors in the pathogenesis of a systemic inflammatory response after open-heart surgery. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;(11):22–7. (In Russ). doi: [10.15829/1560-4071-2019-11-22-27](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-11-22-27)
8. Svejeholm R, Dahlin LG, Lundberg C, et al. Are electrocardiographic Q-wave criteria reliable for diagnosis of perioperative myocardial infarction after coronary surgery? *European Journal of Cardiothoracic Surgery*. 1998;13(6):655–61. doi: [10.1016/s1010-7940\(98\)00091-8](https://doi.org/10.1016/s1010-7940(98)00091-8)
9. Mauermann E, Bolliger D, Fitch J, et al. Significance of new Q waves and their location in postoperative ECGs after elective on-pump cardiac surgery: An observational cohort study. *European Journal of Anaesthesiology*. 2017;34(5):271–9. doi: [10.1097/EJA.0000000000000605](https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000605)
10. Wang TK, Stewart RA, Ramanathan T, et al. Diagnosis of MI after CABG with high-sensitivity troponin T and new ECG or echocardiogram changes: relationship with mortality and validation of the universal definition of MI. *European Heart Journal. Acute Cardiovascular Care*. 2013;2(4):323–33. doi: [10.1177/2048872613496941](https://doi.org/10.1177/2048872613496941)
11. Hultgren K, Andreasson A, Axelsson T, et al. Acute coronary angiography after coronary artery bypass grafting. *Scandinavian Cardiovascular Journal*. 2016;50(2):123–7. doi: [10.3109/14017431.2016.1143112](https://doi.org/10.3109/14017431.2016.1143112)

Дополнительная информация

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

Этика. Использованы данные пациента в соответствии с письменным информированным согласием.

Информация об авторах:

✉ *Семагин Алексей Андреевич* — к.м.н., сердечно-сосудистый хирург, SPIN: 5298-3142, <https://orcid.org/0000-0002-1011-2300>, e-mail: AASemagin@gmail.com

Фокин Алексей Анатольевич — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой хирургии института дополнительного профессионального образования, SPIN: 5577-0877, <https://orcid.org/0000-0001-7806-2357>, e-mail: Alanfokin@yandex.ru

Вклад авторов:

Семагин А. А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста.

Фокин А. А. — концепция и дизайн исследования, редактирование.

Funding. The authors declare no funding for the study.

Ethics. The data is used in accordance with the informed consent of patient.

Information about the authors:

✉ *Aleksey A. Semagin* — MD, Cand. Sc. (Med.), Cardiovascular Surgeon, SPIN: 5298-3142, <https://orcid.org/0000-0002-1011-2300>, e-mail: AASemagin@gmail.com

Aleksey A. Fokin — MD, Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Surgery of the Postgraduate Professional Education Institute, SPIN: 5577-0877, <https://orcid.org/0000-0001-7806-2357>, e-mail: Alanfokin@yandex.ru

Contribution of the authors:

Semagin A. A. — concept and design of research, collection and processing of material, statistical processing, text writing.

Fokin A. A. — concept and design of research, editing.

Утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи — все соавторы.

Approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article all authors.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.