



Оригинальная статья

Биохимические, коронароангиографические и эхокардиографические показатели при нижнем остром инфаркте миокарда с поражением правого желудочка

Власова Е.В.^{1,2} • Акрамова Э.Г.^{1,2,3} • Шарафутдинов Б.М.^{1,3} • Мирвалиев Р.С.^{1,2}

Власова Евгения Валерьевна – врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой диагностики¹; ассистент кафедры профилактической медицины Института фундаментальной медицины и биологии²; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4254-6971>
 ✉ 420043, г. Казань, ул. Чехова, 1А, Российская Федерация. Тел.: +7 (917) 902 05 20.
 E-mail: kardioevgeniya@gmail.com

Акрамова Эндже Гамировна – д-р мед. наук, доцент, врач отделений ультразвуковой и функциональной диагностики¹; профессор кафедры профилактической медицины Института фундаментальной медицины и биологии²; доцент кафедры ультразвуковой диагностики³; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1900-7726>. E-mail: akendge@rambler.ru

Шарафутдинов Булат Марсович – канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения¹; ассистент кафедры кардиологии, рентгенэндоваскулярной и сердечно-сосудистой хирургии³; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4149-118X>. E-mail: bulaty555@mail.ru

Мирвалиев Ринат Сиреневич – врач сердечно-сосудистой хирург отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения¹; ассистент кафедры морфологии и общей патологии Института фундаментальной медицины и биологии²; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5243-130X>.
 E-mail: mirvalievrinat@yandex.ru

Актуальность. Вовлеченность миокарда правого желудочка (ПЖ) при нижнем остром инфаркте миокарда (ОИМ) повышает вероятность осложнений и летальность, определяя важность своевременного выявления данного варианта инфаркта.

Цель – оценить значимость функциональных, биохимических, коронароангиографических и ультразвуковых показателей у пациентов трудоспособного возраста при нижнем ОИМ для выявления поражения ПЖ до и после чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ).

Материал и методы. В когортное проспективное исследование включен 141 пациент с нижним ОИМ с подъемом сегмента ST (26 женщин в возрасте до 60 лет и 115 мужчин в возрасте до 65 лет), экстренно госпитализированный в Медико-санитарную часть Казанского (Приволжского) федерального университета в 2019–2021 гг. Клинико-anamнестические, биохимические и эхокардиографические показатели пациентов были получены при поступлении и выписке из стационара. Эхокардиографию в двумерном режиме с использованием технологии спекл-трекинг проводили на 5–7-е сутки после ЧКВ. **Результаты** исследований представлены в виде медианы и 25%–75% квартилей (Me [Q1; Q3]).

Результаты. По электрокардиографическим признакам 41,8% (n=59) пациентов с нижним ОИМ вошли в группу с поражением ПЖ. Концентрации биомаркеров поражения миокарда между группами при поступлении не различались (p=0,31 и p=0,786 соответственно). Согласно коронароангиографии, инфаркт-связанной артерией была правая коронарная артерия в 100% (n=59) случаев при поражении ПЖ и в 67,1% (n=55, p<0,001) случаев без него. Поражение проксимального отдела в 2,7 раза чаще наблюдали при бивентрикулярном инфаркте, чем при изолированном нижнем (p=0,013). Во время ЧКВ вовлечение ПЖ значительно повышало вероятность осложнений (в 28 (47,5%) и 18 (22,0%) наблюдениях соответственно, p<0,001), прежде всего необходимости установки временного электрокардиостимулятора

(у 8 (13,6%) и 2 (2,4%) пациентов, p=0,027). По данным эхокардиографии худшие показатели глобальной и локальной сократимости обоих желудочков были в группе с вовлечением в нижний ОИМ ПЖ: фракция выброса левого желудочка (ЛЖ) снижалась с 55% [51; 57] до 52% [47; 56] (p=0,005); глобальная деформация ПЖ – с -15,2% [-18,5; -13,4] до -12,3% [-15,6; -10,6] (p<0,001); общее количество сегментов с нарушением локальной сократимости возрастало с 2 [1; 3] до 5 [3; 6] (p<0,001).

Заключение. Проведенное исследование подтверждает, что вовлеченность ПЖ в нижний ОИМ ЛЖ у людей трудоспособного возраста следует верифицировать по изменениям электрокардиографических, биохимических, коронароангиографических и ультразвуковых показателей. Для верификации поражения ПЖ решающее значение до проведения ЧКВ имела регистрация элевации сегмента ST в дополнительных правых грудных (V₃R–V₄R) электрокардиографических отведениях, после ЧКВ – визуализация нарушения локальной сократимости базальных и медиальных нижних сегментов ПЖ по двумерной эхокардиографии и снижения продольной деформации ПЖ по технологии спекл-трекинг.

Ключевые слова: нижний острый инфаркт миокарда, чрескожное коронарное вмешательство, реваскуляризация миокарда, эхокардиография, инфаркт миокарда правого желудочка, коронароангиография, хроническая окклюзия, продольная деформация

Для цитирования: Власова ЕВ, Акрамова ЭГ, Шарафутдинов БМ, Мирвалиев РС. Биохимические, коронароангиографические и эхокардиографические показатели при нижнем остром инфаркте миокарда с поражением правого желудочка. Альманах клинической медицины. 2022;50(4):255–263. doi: 10.18786/2072-0505-2022-50-035.

Поступила 01.03.2022; доработана 05.10.2022; принята к публикации 14.10.2022; опубликована онлайн 14.10.2022

¹ Медико-санитарная часть ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»; 420043, г. Казань, ул. Чехова, 1А, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»; 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18–1, Российская Федерация

³ Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; 420012, г. Казань, ул. Бултерова, 36, Российская Федерация



Проблема выделения пациентов с повышенным риском неблагоприятных исходов крайне актуальна в отношении сердечно-сосудистых заболеваний, так как смертность населения от них, несмотря на предпринимаемые организационные и клинические усилия, остается стабильно высокой.

Активное внедрение чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) при остром инфаркте миокарда (ОИМ) с подъемом сегмента ST способствует снижению осложнений и госпитальной летальности среди этого контингента. По данным многоцентрового регистра, среди 3661 случая ЧКВ в 54% целевым сосудом определили правую коронарную артерию (ПКА), которая кровоснабжает нижнюю стенку левого желудочка (ЛЖ) в 80% случаев [1, 2]. ПКА обеспечивает кровью $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{3}$ ЛЖ и $\frac{2}{3}$ правого желудочка (ПЖ), что объясняет принципиальную значимость для течения и исхода нижнего ОИМ состояния ПЖ, вовлеченность которого – доказанный предиктор неблагоприятного прогноза [3].

По электрокардиограмме (ЭКГ) у каждого второго (52,7%) обследованного с нижним инфарктом выявляют инфаркт ПЖ [4]. Нарушение коронарного кровотока по шкале TIMI (Thrombolysis In Myocardial Infarction) < 3 как минимум в одной ветви ПЖ (отношение шансов 4,07; 95% доверительный интервал 1,24–13,33; $p = 0,02$) было независимым ангиографическим предиктором подъема сегмента ST ≥ 1 мм в V₄R [5]. Подъем сегмента ST в дополнительных правых грудных отведениях V₃R–V₄R, отражающий поражение ПЖ, признан предиктором неблагоприятного исхода, высокого риска артериальной гипертонии в остром периоде инфаркта миокарда, риска аритмии и гемодинамически значимой синусовой брадикардии. Однако отсутствие ЭКГ-признаков поражения ПЖ не исключает его инфаркт [6].

Основной биохимический индикатор, рекомендованный для подтверждения или исключения повреждения миокарда, – тропонины I и T. Вместе с тем повышенные уровни тропонина выявляют не только при ОИМ, но и при других состояниях и у практически здоровых людей [6]. В качестве альтернативы тропонинам определяют креатининфосфокиназу. С учетом того, что со временем перечень обязательных лабораторных исследований обновляется, одни биомаркеры уходят на второй план и появляются новые, при диагностике и прогнозе ОИМ более эффективной считают ориентацию на комбинацию, нежели на отдельно взятый кардиоспецифический показатель.

Согласно действующим рекомендациям ведения пациентов с ОИМ с подъемом сегмента ST, эхокардиография, задерживающая экстренную коронарную ангиографию (КАГ) с возможным ЧКВ, необязательна [7]. После проведения ЧКВ эхокардиография – наиболее распространенный визуализирующий метод обследования, позволяющий выявить возможные осложнения инфаркта, качественно оценить региональную сократимость обоих желудочков и провести дифференциальную диагностику с другими заболеваниями сердца. Использование тканевого доплера и технологии спекл-трекинг объективизирует и количественно оценивает глобальную и локальную функции обоих желудочков сердца [6].

Цель – оценить значимость функциональных, биохимических, коронароангиографических и ультразвуковых показателей у пациентов трудоспособного возраста при нижнем ОИМ для выявления поражения ПЖ до и после ЧКВ.

Материал и методы

В когортное проспективное исследование вошел 141 пациент (26 женщин и 115 мужчин) трудоспособного возраста с нижним ОИМ с подъемом сегмента ST, госпитализированный в Медико-санитарную часть Казанского (Приволжского) федерального университета в 2019–2021 гг. В анализ не включали людей с плохой ультразвуковой визуализацией сердца и мерцательной аритмией, мужчин старше 65 лет и женщин старше 60 лет.

Клинические, биохимические, ЭКГ-показатели исследовали при поступлении и при выписке. Селективную КАГ с первичным ЧКВ инфаркт-связанной артерии (ИСА) осуществляли на ангиографическом комплексе Artis Q (Siemens Medical System, Германия). Через 5–7 суток после ЧКВ перед выпиской проводили эхокардиографию, холтеровское мониторирование ЭКГ и дуплексное сканирование экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий.

ЭКГ регистрировали на электрокардиографе Cardiovit AT-102 (Schiller, Швейцария). Вовлеченность ПЖ диагностировали по подъему сегмента ST в V₃R и V₄R ≥ 1 мм. Пациенты с нижним ОИМ были разделены на две группы: у 59 (41,8%) отмечен инфаркт ПЖ, у 82 (58,2%) инфаркт ПЖ отсутствовал.

Высокочувствительный тропонин I, глюкозу венозной крови, креатининфосфокиназу, лактатдегидрогеназу, аспаратаминотрансферазу, аланинаминотрансферазу, креатинин и лейкоциты определяли на иммунохемилюминесцентном автоматическом экспресс-анализаторе (PATHFAST,



LSI Medience Corporation, Япония), гематологическом (Micros ES60, Horiba ABX, Франция) и биохимическом с ISE блоком (Cobas Integra 400 plus, Roche Diagnostics, Швейцария) автоматизированных анализаторах.

По данным КАГ и ЧКВ определяли время от начала болевого синдрома до раскрытия баллона (время «симптом – баллон»), длительность процедуры ЧКВ, уровень поражения ИСА, степень вовлеченности коронарного русла (одно-, двух-, многососудистое поражение), тип кровоснабжения, количество установленных стентов, объем израсходованного контраста, осложнения при ЧКВ (реперфузионный синдром, массивный протяженный тромбоз коронарной артерии, появление пароксизмов нарушений ритма и проводимости, в том числе желудочковой тахикардии, фибрилляции желудочков, требующих электроимпульсной терапии) [8]. Анализировали частоту тромбоаспираций и установки временного электрокардиостимулятора.

Эхокардиографию осуществляли на ультразвуковом сканере Epiq-7 (Philips, США). Рассчитывали глобальную систолическую функцию ЛЖ по методу Симпсона в двумерном режиме, продольную деформацию ЛЖ и ПЖ с применением технологии спекл-трекинг. Региональную функцию ЛЖ и ПЖ оценивали визуально в двумерном режиме с подсчетом количества сегментов с нарушением локальной сократимости по 17- и 9-сегментарным моделям соответственно. За норму приняты значения фракции выброса по Симпсону $\geq 54\%$ у женщин, $\geq 52\%$ у мужчин, деформации ЛЖ $< -18\%$ и ПЖ $< -23\%$ [9].

Суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру выполняли 3-канальным регистратором «Кардиотехника-07-3/12» с помощью программы анализа KTResult3 («Инкарт», Россия). Наджелудочковые и желудочковые экстрасистолы делили на парные, групповые и пароксизмы тахикардии. Рассчитывали циркадный индекс, анализировали интервал QT и наличие атриовентрикулярной блокады.

Дуплексное сканирование экстракраниальных сосудов проводили на ультразвуковом сканере Affinity 70 (Philips, США). В двумерном режиме оценивали наличие атеросклеротических бляшек, толщину комплекса интима-медиа общей сонной артерии.

Нормальность распределения вариационных рядов проверяли с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Результаты представлены в виде медианы (Me) и квартилей [25 (Q1); 75 (Q3)], внутри которых находятся 50% наиболее

типичных (близких к центральному) значений. Статистическую значимость различий количественных показателей определяли с использованием критерия Манна – Уитни, качественных – хи-квадрата. На всех этапах анализа рассчитывали достигнутый уровень значимости, за критическое значение которого принимали 0,05. Статистическая обработка проведена с применением статистического пакета AtteStat v12.0.5 (Россия).

Работа одобрена локальным этическим комитетом при ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (протокол № 38 от 04.10.2022). Все участники исследования подписали информированное добровольное согласие.

Результаты

При поступлении у 59 (41,8%) пациентов с нижним ОИМ на ЭКГ регистрировали подъем сегмента ST в отведениях V_3R-V_4R . По данному признаку пациентов разделили на две группы: с вовлечением ПЖ и без такового.

В обеих группах преобладали курящие мужчины 50–65 лет (табл. 1). У подавляющего большинства пациентов в анамнезе отмечали сопутствующую патологию (гипертоническая болезнь, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), сахарный диабет и постинфарктный кардиосклероз): при поражении ПЖ – в 56 (94,9%) случаев, без поражения ПЖ – в 74 (90,2%).

В обеих группах при поступлении показатели тропонина, лейкоцитов, глюкозы и креатининфосфокиназы выходили за пределы референсного диапазона, но статистически значимые различия между группами наблюдали только по числу лейкоцитов и уровню глюкозы (табл. 2). При выписке независимо от вовлеченности ПЖ в нижний ОИМ концентрация лактатдегидрогеназы была выше, чем при поступлении, и превышала значения референсных величин.

У всех пациентов с нижним инфарктом с вовлечением ПЖ коронароангиография ИСА определила ПКА, тогда как в группе без инфаркта ПЖ наблюдали один из двух вариантов: ПКА ($n = 55$; 67,1%) или огибающую артерию (ОА) ($n = 27$; 32,9%) (табл. 3). При сочетании нижнего инфаркта ЛЖ и ПЖ доля больных с окклюзией проксимального отдела ПКА была значительней, чем при изолированном ОИМ. Различия между группами по показателю встречаемости медиального и дистального уровней поражения ПКА отсутствовали. Правый тип кровоснабжения был основным при нижнем инфаркте и чаще наблюдался при поражении ПЖ. Левый тип кровоснабжения

**Таблица 1.** Распространенность клинико-anamnestических характеристик среди пациентов с нижним острым инфарктом миокарда с поражением (+) и без поражения (-) правого желудочка, абс. (%)

Клинико-anamnestический признак	ПЖ+ 59 (41,8)	ПЖ- 82 (58,2)	Значение <i>p</i>
Пол			
мужчины	43 (72,9)	74 (90,2)	0,013
женщины	16 (27,1)	8 (12,2)	0,013
Возраст > 50 лет среди мужчин	35 (81,4)	55 (74,3)	0,399
Табакокурение	35 (59,3)	49 (59,8)	0,132
Наследственность по сердечно-сосудистым заболеваниям	3 (5,1)	11 (13,4)	0,171
Гипертоническая болезнь	46 (78,0)	64 (78,0)	0,154
Сахарный диабет	17 (28,8)	8 (9,8)	< 0,001
в том числе среди женщин	14 (87,5)	2 (25)	< 0,001
Хроническая обструктивная болезнь легких	20 (33,9)	17 (20,7)	0,045
в том числе среди мужчин	19 (44,2)	15 (20,3)	0,045
Постинфарктный кардиосклероз	10 (16,9)	10 (12,2)	0,211
Догоспитальный тромболизис	9 (15,3)	16 (19,5)	0,357

ПЖ – правый желудочек

встречался только в отсутствие инфаркта ПЖ. Значимые различия по частоте сбалансированного типа кровоснабжения между группами отсутствовали. Осложнения, сопровождающие ЧКВ, также чаще регистрировали среди пациентов с бивентрикулярным инфарктом.

У части пациентов, включенных в анализ, по результатам КАГ обнаружили врожденные особенности коронарного русла. У 8 (13,6%) пациентов с инфарктом ПЖ регистрировали мышечный мостик передней межжелудочковой артерии (ПМЖА) со стенозом просвета в систолу 30–65% и у 1 пациента – артериальную фистулу от ветви медиального сегмента ПМЖА с дренированием в левое предсердие. В группе без инфаркта ПЖ мышечный мостик выявили у 1 (1,2%) пациента в отсутствие фистул. При изолированном нижнем ОИМ у 3 пациентов с острой окклюзией ОА наблюдали гипоплазию ПКА, у 1 при хронической окклюзии ПКА – гипоплазию диагональной ветви ПМЖА. В обеих группах обнаружили коронарные артерии малого диаметра (менее 2 мм): при поражении ПЖ – у 4 (6,8%) обследованных,

без вовлечения ПЖ – у 4 (4,9%). Различия заключались в том, что в случае инфаркта ПЖ при острой окклюзии ПКА артерией малого диаметра оказалась ОА.

Медиана времени от начала болевого синдрома до оперативного вмешательства, длительности операции, объема израсходованного контрастного вещества при КАГ и ЧКВ не имела статистически значимых различий между анализируемыми группами.

Эхокардиографическое обследование, проведенное перед выпиской, регистрировало сохранную фракцию выброса ЛЖ у всех пациентов. Использование технологии спекл-трекинг позволило выявить снижение глобальной продольной деформации обоих желудочков как у пациентов с вовлечением ПЖ, так и без него (табл. 4). Поражение ПЖ сопровождалось более выраженным снижением его глобальной деформации.

Карта-схема ЛЖ при острой окклюзии характеризовалась значительным снижением деформации в области кровоснабжения ИСА, тогда как при хронической окклюзии – равномерным умеренным снижением во всех сегментах ЛЖ.

В группе изолированного нижнего ОИМ доля больных без гипокинеза или акинеза ЛЖ была в 2,9 раза выше, чем в группе с бивентрикулярным ОИМ ($p=0,04$). Количество сегментов с нарушением локальной функции ЛЖ было больше в группе с поражением ПЖ, чем в группе изолированного ОИМ ЛЖ. Величина WMSI (Wall Motion Score Index – индекс сократимости миокарда), оценивающего не только количество сегментов с нарушением локальной функции ЛЖ, но и степень дисфункции (гипокинез и акинез), при вовлеченности в инфаркт ПЖ была выше.

Визуальная оценка локальной сократимости ПЖ, проведенная по 9 сегментам (нижние, боковые и передние сегменты на базальном, медиальном и апикальном уровнях), выявила у 48 (81,4%) обследованных с инфарктом ПЖ гипокинез базального нижнего сегмента, в меньшем количестве случаев – медиального нижнего и базального бокового сегментов ПЖ.

В подгруппе с гипокинезом ПЖ регистрировали большее количество сегментов с гипокинезом или акинезом ЛЖ по сравнению с подгруппой без нарушения локальной сократимости ПЖ. Кроме того, в подгруппе с гипокинезом ПЖ медианы объема контраста, израсходованного во время КАГ+ЧКВ, и времени стентирования были значимо больше (170 мл, 30 мин), чем в отсутствие гипокинеза ПЖ (125 мл, 20 мин); $p=0,04$. Осложнения во время ЧКВ возникали только



Таблица 2. Медиана (Me) и квартили [Q1; Q3] лабораторных показателей в группах нижнего острого инфаркта миокарда при поступлении в стационар и при выписке с указанием их референсных значений

Лабораторный показатель	ПЖ+ (n = 59; 41,8%)	ПЖ- (n = 82; 58,2%)	Значение <i>p</i>	Референсное значение
При поступлении				
Тропонины, нг/мл	0,4 [0,1; 4,0]	0,5 [0,1; 2,4]	0,676	0–0,020
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	11,8 [10,2; 14,2]	10,8 [8,7; 13,3]	0,014	4–9
КФК, ед./л	201 [120; 537]	297 [117; 731]	0,757	5–200
АСТ, ед./л	39 [22; 100]	39 [25; 66]	0,786	8–30
АЛТ, ед./л	25 [19; 46]	25 [18; 40]	0,695	10–40
АСТ/АЛТ	1,35 [0,95; 2,9]	1,33 [0,94; 2,27]	0,757	≤ 1,33
ЛДГ, ед./л	238 [193; 436]	232 [188; 294]	0,31	135–250
Глюкоза, ммоль/л	9,1 [7,1; 13,0]	7,2 [6,2; 8,3]	< 0,001	3,8–6,1
Креатинин, мкмоль/л	82 [62; 97]	80 [72; 90]	0,544	45–110
При выписке				
Тропонины, нг/мл	–	–	–	0–0,020
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	8,5 [6,7; 9,5]	7,5 [6,8; 8,6]	0,124	4–9
КФК, ед./л	158 [85; 217]	133 [89; 191]	0,338	5–200
АСТ, ед./л	29 [22; 49]	30 [19; 46]	0,815	8–30
АЛТ, ед./л	29 [22; 39]	30 [23; 38]	0,906	10–40
АСТ/АЛТ	0,89 [0,68; 1,39]	1 [0,74; 1,38]	0,992	≤ 1,33
ЛДГ, ед./л	405 [311; 532]	297 [215; 396]	0,018	135–250
Глюкоза, ммоль/л	5,8 [5,2; 7]	5,6 [5; 6,1]	0,086	3,8–6,1
Креатинин, мкмоль/л	79 [67; 89]	80 [71; 94]	0,324	45–110

АЛТ – аланинаминотрансфераза, АСТ – аспартатаминотрансфераза, КФК – креатининфосфокиназа, ЛДГ – лактатдегидрогеназа, ПЖ – правый желудочек

в подгруппе с гипокинезом ПЖ – в 28 (58,3%) случаях.

Показатели холтеровского мониторинга между группами с инфарктом ПЖ и без такового при выписке не различались, за исключением встречаемости парных наджелудочковых экстрасистол – в 21 (35,6%) и 44 (53,7%) случаях соответственно ($p = 0,04$).

Результат исследования брахиоцефальных артерий на предмет выявления каротидного атеросклероза не зависел от наличия или отсутствия

инфаркта ПЖ: медиана степени стеноза соответствовала 35 [25; 45] и 30 [25; 40]% ($p = 0,5$), толщины комплекса интима-медиа – 1,0 [0,9; 1,1] и 1,0 [0,9; 1,0] мм ($p = 0,8$).

Обсуждение

Согласно «Четвертому универсальному определению инфаркта миокарда» (2018), данному международными экспертами, критерием ОИМ служит комплекс клинических, лабораторных и инструментальных признаков с доминирующей ролью отдельных биохимических и ультразвуковых показателей [6].

Общепризнано, что коморбидность приводит к нетипичному течению и разнообразию проявлений основной патологии и, как следствие, к трудностям диагностики. В настоящем исследовании у пациентов с нижним ОИМ наиболее часто наблюдали гипертоническую болезнь, сахарный диабет 2-го типа и ХОБЛ. Наличие в анамнезе у мужчин ХОБЛ, а у женщин сахарного диабета повышало вероятность расширения зоны поражения нижнего ОИМ ЛЖ на ПЖ, что приводило к 2,7-кратному росту частоты окклюзии проксимального сегмента ПКА; увеличению в 2,1 раза осложнений ЧКВ, в том числе до 5,7 раза – необходимости установки временного электрокардиостимулятора.

Статистически значимое повышение уровня лейкоцитов и глюкозы в группе с инфарктом ПЖ, вероятно, обусловлено значимо большим распространением коморбидной патологии (ХОБЛ, сахарный диабет), обострение которой может приводить к дестабилизации атеросклеротических бляшек.

Высокий уровень гликемии (> 7,52 ммоль/л) при поступлении в стационар – независимый предиктор госпитальной летальности, развития основных неблагоприятных кардиальных событий и феномена no-reflow (отсутствие или значительно сниженный кровоток в ранее ишемизированной зоне сердца) у пациентов с ОИМ с подъемом ST, подвергшихся ЧКВ [10].

Отсутствие различий в содержании тропонины и креатининфосфокиназы в крови, отражающих повреждение миокарда, между группами с вовлечением ПЖ и без него, на наш взгляд, связано с существенно меньшей зоной поражения (1–2 сегмента) и толщиной стенки ПЖ относительно аналогичных параметров ЛЖ.

При ОИМ нижней стенки ЛЖ поражение ПЖ наблюдают в 11,6–66% случаев в зависимости от используемого критерия и метода диагностики (ЭКГ, магнитно-резонансная томография,

Таблица 3. Коронароангиографическая характеристика пациентов в группах нижнего острого инфаркта миокарда с поражением (+) и без поражения (-) правого желудочка, абс. (%)

Коронароангиографический показатель	ПЖ+ 59 (41,8)	ПЖ- 82 (58,2)	Значение <i>p</i>
Инфаркт-связанная артерия ПКА	59 (100)	55 (67,1)	< 0,001
Поражение коронарных артерий			
однососудистое	15 (25,4)	28 (34,1)	0,355
двухсосудистое	17 (28,8)	26 (31,8)	0,145
трехсосудистое	27 (45,8)	28 (34,1)	0,222
Уровень окклюзии			
проксимальный сегмент ПКА	16 (27,1)	8 (9,8)	0,013
медиальный сегмент ПКА	32 (54,2)	33 (40,2)	0,140
дистальный сегмент ПКА	11 (18,7)	14 (17,1)	0,051
проксимальный сегмент ОА	–	5 (6,1)	–
медиальный сегмент ОА	–	15 (18,3)	–
дистальный сегмент ОА	–	7 (8,5)	–
Тип кровоснабжения			
правый	56 (94,9)	67 (81,7)	0,039
левый	–	7 (8,5)	–
сбалансированный	3 (5,1)	8 (9,8)	0,483
Осложнения при ЧКВ			
реперфузионный синдром	4 (6,8)	4 (4,5)	0,09
ВЭКС	8 (13,6)	2 (2,4)	0,027
Время до ЧКВ, Ме [Q1; Q3], мин	248 [180; 660]	338 [200; 540]	0,624
Длительность ЧКВ, Ме [Q1; Q3], мин	25 [20; 35]	25 [20; 30]	0,923
Объем контраста, Ме [Q1; Q3], мл	160 [120; 180]	153 [110; 210]	0,916

ВЭКС – временный электрокардиостимулятор, ОА – огибающая артерия, ПЖ – правый желудочек, ПКА – правая коронарная артерия, ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство

аутопсия) [2, 11]. Однако ЭКГ-симптом (подъем сегмента ST выше изолинии в правых грудных отведениях), характерный для инфаркта ПЖ, у половины пациентов пропадает через 10 часов от начала заболевания, а у остальных приходит в норму в течение 24–48 часов [12]. В настоящем исследовании анализировали данные пациентов, которым провели ЧКВ спустя 3–11 часов от начала ОИМ. Нельзя исключить, что у части пациентов,

включенных в группу изолированного нижнего ОИМ, перечисленные признаки не были своевременно зарегистрированы и исчезли к моменту госпитализации.

В нашем исследовании нижний ОИМ, осложненный инфарктом ПЖ со значительной зоной поражения, характеризовался яркой клинической картиной острой правожелудочковой недостаточности, проявляясь гипотонией, кардиогенным шоком, парадоксальным пульсом, нарушением ритма и проводимости, что отмечается и другими авторами [13]. При небольшой зоне инфаркта ПЖ признаки правожелудочковой недостаточности, как правило, отсутствовали. Тем не менее взаимосвязь клинической картины ОИМ с площадью поражения ПЖ до сих пор не ясна.

Согласно результатам КАГ при инфаркте ПЖ, сопровождающего нижний ОИМ ЛЖ, единственной ИСА остается ПКА, в отличие от изолированного нижнего ОИМ, когда ИСА выступают как ПКА, так и ОА. В нашей работе, как и у других исследователей, основной причиной инфаркта ПЖ оказалась окклюзия проксимальной части ПКА [2, 3, 5, 11]. Помимо проксимальной и медиальной окклюзии ПКА у 11 (18,7%) пациентов с инфарктом ПЖ наблюдали окклюзию ПКА на дистальном уровне. Более того, дистальную окклюзию ПКА отмечали у 10 (20,8%) пациентов со стойким сохраняющимся гипокинезом ПЖ по данным эхокардиографии.

В каждом отдельном клиническом случае определяется индивидуальная анатомия коронарного русла, сформированная вследствие врожденных и приобретенных факторов. Существуют разные мнения относительно мышечных мостиков и фистул коронарных артерий: одни считают их врожденной патологией, другие – особенностью строения коронарного русла, то есть нормой [14]. Результаты нашего исследования позволяют предположить увеличение риска поражения ПЖ при окклюзии ПКА в присутствии мышечного мостика или фистулы ПМЖА и при малом диаметре ОА.

Помимо врожденных особенностей коронарного русла для исхода ОИМ большое значение имеет состояние коллатерального кровотока. Выживаемость при сопутствующей хронической окклюзии коронарной артерии определяется состоянием коллатеральной сети: при хорошо развитой она составляет 74%, при плохо развитой – 63% ($p=0,01$) [15]. По данным магнитно-резонансной томографии зона некроза ОИМ при хорошо развитой коллатеральной сети значимо меньше ($17,1 \pm 10,1\%$ ЛЖ), чем при плохо развитой



Таблица 4. Медиана (Me) и квартили [Q1; Q3] ультразвуковых показателей глобальной и локальной сократимости левого и правого желудочков в группах нижнего острого инфаркта миокарда через неделю после чрескожного коронарного вмешательства

Показатель	ПЖ+ n=59 (41,8%)	ПЖ- n=82 (58,2%)	Значение p
Фракция выброса ЛЖ, %	52 [47; 56]	55 [51; 57]	0,005
Глобальная продольная деформация ЛЖ, %	-14,7 [-17,4; -12,4]	-15,3 [-17,0; -14,2]	0,131
Глобальная продольная деформация ПЖ, %	-12,3 [-15,6; -10,6]	-15,2 [-18,5; -13,4]	< 0,001
Общее количество сегментов с нарушением локальной сократимости обоих желудочков	5 [3; 6]	2 [1; 3]	< 0,001
WMSI ЛЖ	1,19 [1,125; 1,3]	1,125 [1; 1,19]	< 0,001

ЛЖ – левый желудочек, ПЖ – правый желудочек

(21,8 ± 10,5% ЛЖ); p = 0,003 [16]. У пациентов с ОИМ с подъемом сегмента ST при развитой коллатеральной сети на ЭКГ отсутствуют реципрокные изменения [17]. Независимыми предикторами развития реципрокных изменений на ЭКГ считают нижний инфаркт (p = 0,024) и ПКА в качестве ИСА (p = 0,034). Слабый коллатеральный кровоток обнаружен при локализации хронической окклюзии в ОА (отношение рисков 2,1) [15]. Нарушение углеводного обмена у лиц с ишемической болезнью сердца ассоциируется с худшим состоянием коллатерального кровотока (отношение шансов 0,96; p = 0,003) [18]. Визуализация микроциркуляторного русла и коронарного сосуда диаметром менее 1,5 мм недоступна при КАТ, поэтому выявление коллатерального русла не всегда возможно.

Дополнительная информация

Финансирование

Работа проведена без привлечения дополнительного финансирования со стороны третьих лиц.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Участие авторов

Е.В. Власова – концепция и дизайн статьи, набор клинического материала, сбор и статистическая обработка данных, анализ

и интерпретация полученных данных, написание и редактирование текста; Э.Г. Акрамова – концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста, утверждение итогового варианта текста рукописи; Б.М. Шарафутдинов – набор клинического материала, анализ и интерпретация данных, написание и редактирование текста; Р.С. Мирвалиев – набор клинического материала, анализ и интерпретация данных, написание текста. Все авторы прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией, согласны нести ответственность за все аспекты работы и гарантируют, что ими надлежащим образом были рассмотрены и решены вопросы, связанные с точностью и добросовестностью всех частей работы.

Заключение

Проведенное исследование подтверждает, что вовлеченность ПЖ в нижний ОИМ ЛЖ у людей трудоспособного возраста следует верифицировать по изменениям электрокардиографических, биохимических, коронароангиографических и ультразвуковых показателей. Для верификации поражения ПЖ решающее значение до проведения ЧКВ имела регистрация элевации сегмента ST в дополнительных правых грудных (V₃R–V₄R) отведениях ЭКГ, после ЧКВ – визуализация нарушения локальной сократимости базальных и медиальных нижних сегментов ПЖ по двумерной эхокардиографии и снижения продольной деформации ПЖ по технологии спекл-трекинг. ©

Литература / References

- Xenogiannis I, Gkargkoulas F, Karpaliotis D, Alaswad K, Jaffer FA, Yeh RW, Patel M, Mahmud E, Choi JW, Burke MN, Garcia S, Doing AH, Dattilo P, Toma C, Uretsky B, Kretyaninov O, Khelinskii D, Moses JW, Lembo NJ, Parikh M, Kirtane AJ, Ali ZA, Russo JJ, Hakemi E, Hall AB, Nikolakopoulos I, Vemmou E, Karatasakis A, Danek B, Rangan BV, Abdullah S, Banerjee S, Brilakis ES. Temporal Trends in Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Interventions: Insights From the PROGRESS-CTO Registry. *J Invasive Cardiol.* 2020;32(4):153–160.



2. Hattab FE, Radi FZ, Hara L, Hafidi EM, Zarzur J, Cherti M. Infarctus du myocarde inférieur: première série marocaine, à propos de 103 cas [Inferior myocardial infarction: first Moroccan study of 103 cases]. *Pan Afr Med J.* 2019;33:74. French. doi: 10.11604/pamj.2019.33.74.16047.
3. Santangelo S, Fabris E, Stolfo D, Merlo M, Vitrella G, Rakar S, Barbati G, Falco L, Lardieri G, Perkan A, Sinagra G. Right Ventricular Dysfunction in Right Coronary Artery Infarction: A Primary PCI Registry Analysis. *Cardiovasc Revasc Med.* 2020;21(2):189–194. doi: 10.1016/j.carrev.2019.04.022.
4. Klein HO, Tordjman T, Ninio R, Sareli P, Oren V, Lang R, Gefen J, Pazner C, Di Segni E, David D, Kaplinsky E. The early recognition of right ventricular infarction: diagnostic accuracy of the electrocardiographic V4R lead. *Circulation.* 1983;67(3):558–565. doi: 10.1161/01.cir.67.3.558.
5. Tomala M, Miszalski-Jamka T, Zajdel W, Nawrotek B, Mazur W, Kereiakes DJ, Zmudka K. Angiographic result of index PCI determines the presence of right ventricular infarction in patients with acute inferior myocardial infarction. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2015;31(8):1591–1601. doi: 10.1007/s10554-015-0717-8.
6. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, White HD; Executive Group on behalf of the Joint European Society of Cardiology (ESC)/American College of Cardiology (ACC)/American Heart Association (AHA)/World Heart Federation (WHF) Task Force for the Universal Definition of Myocardial Infarction. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018). *Circulation.* 2018;138(20):e618–e651. doi: 10.1161/CIR.0000000000000617.
7. Ibanez B, James S, Agewall S, Antunes MJ, Bucciarelli-Ducci C, Bueno H, Caforio ALP, Crea F, Goudevanos JA, Halvorsen S, Hindricks G, Kasrati A, Lenzen MJ, Prescott E, Roffi M, Valgimigli M, Varenhorst C, Vranckx P, Widimský P; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2018;39(2):119–177. doi: 10.1093/eurheartj/ehx393.
8. Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, Bates ER, Beckie TM, Bischoff JM, Bittl JA, Cohen MG, DiMaio JM, Don CW, Fremes SE, Gaudino MF, Goldberger ZD, Grant MC, Jassal JB, Kurlansky PA, Mehran R, Metkus TS Jr, Nnacheta LC, Rao SV, Sellke FW, Sharma G, Yong CM, Zwischenberger BA. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2022;145(3):e4–e17. doi: 10.1161/CIR.0000000000001039.
9. Badano LP, Kolias TJ, Muraru D, Abraham TP, Aurigemma G, Edvardsen T, D'Hooge J, Donal E, Fraser AG, Marwick T, Mertens L, Popescu BA, Sengupta PP, Lancellotti P, Thomas JD, Voigt JU; Industry representatives; Reviewers: This document was reviewed by members of the 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2018;19(6):591–600. doi: 10.1093/ehjci/jeu042.
10. Бессонов ИС, Кузнецов ВА, Зырянов ИП, Сапожников СС, Потолинская ЮВ. Влияние сахарного диабета и уровня гликемии на результаты лечения пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST, подвергшихся чрескожным коронарным вмешательствам. *Кардиология.* 2019;59(35):16–22. doi: 10.18087/cardio.2520. [Bessonov IS, Kuznetsov VA, Ziry-anov IP, Sapozhnikov SS, Potolinskaya YuV. [Impact of Diabetes Mellitus and blood glucose levels on the results of treatment of patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing percutaneous coronary interventions]. *Kardiologiya [Cardiology].* 2019;59(35):16–22. Russian. doi: 10.18087/cardio.2520.]
11. Andersen HR, Falk E, Nielsen D. Right ventricular infarction: frequency, size and topography in coronary heart disease: a prospective study comprising 107 consecutive autopsies from a coronary care unit. *J Am Coll Cardiol.* 1987;10(6):1223–1232. doi: 10.1016/s0735-1097(87)80122-5.
12. Стукалова ОВ, Меладзе НВ, Буторова ЕА, Певзнер ДВ, Терновой СК. МР-томография сердца у пациента с изолированным инфарктом правого желудочка. *Российский электронный журнал лучевой диагностики.* 2018;8(3):268–272. doi: 10.21569/2222-7415-2018-8-3-268-272. [Stukalova OV, Meladze NV, Butorova EA, Pevzner DV, Ternovoy SK. [Cardiac MRI in patient with isolated myocardial infarction of the right ventricle]. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2018;8(3):268–272. Russian. doi: 10.21569/2222-7415-2018-8-3-268-272.]
13. Староверов ИИ, Шахнович РМ, Гиляров МЮ, Комаров АЛ, Константинова ЕВ, Панченко ЕП, Явелов ИС. Евразийские клинические рекомендации по диагностике и лечению острого коронарного синдрома с подъемом сегмента ST (ОКПСТ). *Евразийский кардиологический журнал.* 2020;(1):4–77. doi: 10.38109/2225-1685-2020-1-4-77. [Staroverov II, Shakhnovich RM, Gilyarov MYu, Komarov AL, Konstantinova EV, Panchenko EP, Yavelov IS. [Eurasian clinical guidelines on diagnosis and treatment of acute coronary syndrome with ST segment elevation (STEMI)]. *Eurasian Heart Journal.* 2020;(1):4–77. Russian. doi: 10.38109/2225-1685-2020-1-4-77.]
14. Xu T, You W, Wu Z, Meng P, Ye F, Wu X, Chen S. Retrospective analysis of OCT on MB characteristics and 1-year follow-up of the ISR incidence after the DES implantation in patients with MB. *Sci Rep.* 2022;12(1):534. doi: 10.1038/s41598-021-04579-9.
15. Elias J, Hoebens LPC, van Dongen IM, Claessen BEPM, Henriques JPS. Impact of Collateral Circulation on Survival in ST-Segment Elevation Myocardial Infarction Patients Undergoing Primary Percutaneous Coronary Intervention With a Concomitant Chronic Total Occlusion. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017;10(9):906–914. doi: 10.1016/j.jcin.2017.01.026.
16. Kim EK, Choi JH, Song YB, Hahn JY, Chang SA, Park SJ, Lee SC, Choi SH, Choe YH, Park SW, Gwon HC. A protective role of early collateral blood flow in patients with ST-segment elevation myocardial infarction. *Am Heart J.* 2016;171(1):56–63. doi: 10.1016/j.ahj.2015.10.016.
17. Radwan HI, Ahmed AAE, Ammar AS, Roshdy HS. Relation of collateral circulation with reciprocal changes in patients with acute ST-elevation myocardial infarction. *J Electrocardiol.* 2020;60:36–43. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2020.03.011.
18. Старостин ИВ, Талицкий КА, Булкина ОС, Самко АН, Карпов ЮА. Нарушения углеводного обмена и коллатеральный кровоток в миокарде у больных хронической ишемической болезнью сердца. Сахарный диабет. 2015;18(2):61–68. doi: 10.14341/DM2015261-68. [Starostin IV, Talitskiy KA, Bulkina OS, Samko AN, Karpov YuA. [Carbohydrate metabolism disorders and coronary collateral circulation in patients with chronic coronary artery disease]. *Diabetes Mellitus.* 2015;18(2):61–68. doi: 10.14341/DM2015261-68.]
19. Российское кардиологическое общество, Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал.* 2020;25(11):4103. doi: 10.15829/1560-4071-2020-4103. [Russian Society of Cardiology, Russian Association of Cardiovascular Surgeons. [2020 Clinical practice guidelines for Acute ST-segment elevation myocardial infarction]. *Russian Journal of Cardiology.* 2020;25(11):4103. Russian. doi: 10.15829/1560-4071-2020-4103.]



Biochemical, coronary angiographic and echocardiographic parameters in inferior acute myocardial infarction with right ventricle injury

E.V. Vlasova^{1,2} • E.G. Akramova^{1,2,3} • B.M. Sharafutdinov^{1,3} • R.S. Mirvaliev^{1,2}

Background: The involvement of the right ventricular (RV) myocardium in inferior acute myocardial infarction (AMI) increases the risk of complication and death rates, which makes it important to timely identify this type of myocardial infarction.

Aim: To assess the value of functional, biochemical, coronary angiographic and ultrasound parameters in the patients in their productive age with inferior AMI, in order to identify the RV injury before and after percutaneous coronary intervention (PCI).

Materials and methods: This cohort prospective study included 141 patients with inferior AMI and ST elevation (26 women aged up to 60 years and 115 men aged up to 65 years), admitted to the emergency of the Medical Unit of Kazan (Volga region) Federal University from 2019 to 2021. The patients past history, clinical, biochemical and ultrasound data were obtained on admission and at discharge from the hospital. The two-dimensional speckle tracking echocardiography was performed at days 5 to 7 after PCI. The results are given as median values and 25% and 75% quartiles (Me [Q1; Q3]).

Results: According to electrocardiographic signs, 41.8% (n=59) patients with inferior AMI comprised the group with the RV injury. There were no differences in the myocardial injury biomarker levels between the groups on admission (p=0.31 and p=0.786, respectively). The coronary angiography showed that the index artery was the right coronary artery in 100% (n=59) cases with the RV injury and in 67.1% (n=55, p<0.001) of the cases without the RV injury. Proximal involvement was 2.7 more common in biventricular infarction, than in the isolated inferior one (p=0.013). During PCI, the RV involvement significantly increased the risk of complications (in 28 (47.5%) and 18 (22.0%) of the cases, respectively, p<0.001), among them

being the need in a temporary pacemaker placement (8 (13.6%) and 2 (2.4%) patients, p=0.027). Echocardiography showed worse parameters of global and local contractility of both ventricles in the group with the RV involvement in the inferior AMI. The left ventricular (LV) ejection fraction decreased from 55% [51; 57] to 52% [47; 56] (p=0.005); global RV deformity from -15.2% [-18.5; -13.4] to -12.3% [-15.6; -10.6] (p<0.001); total number of segments with local contractility abnormalities increased from 2 [1; 3] to 5 [3; 6] (p<0.001).

Conclusion: The study has confirmed that the involvement of RV into inferior LV AMI in the patients of productive age should be verified by abnormalities of electrocardiographic, biochemical, coronary angiographic and ultrasound parameters. To document the RV injury before PCI, ST elevation in additional right chest leads (V₃R–V₄R) was most informative, whereas after PCI, it was the finding of abnormal local contractility of basal and medial inferior RV segments by two-dimensional echocardiography and decreased longitudinal RV deformation by speckle tracking.

Key words: inferior acute myocardial infarction, percutaneous coronary intervention, myocardial revascularization, echocardiography, right ventricular myocardial infarction, coronary angiography, chronic total occlusion, longitudinal strain

For citation: Vlasova EV, Akramova EG, Sharafutdinov BM, Mirvaliev RS. Biochemical, coronary angiographic and echocardiographic parameters in inferior acute myocardial infarction with right ventricle injury. *Almanac of Clinical Medicine*. 2022;50(4):255–263. doi: 10.18786/2072-0505-2022-50-035.

Received 1 March 2022; revised 5 October 2022; accepted 11 October 2022; published online 14 October 2022

Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this article.

Authors' contributions

E.V. Vlasova, the paper concept and design, clinical data collection, data collection and statistical analysis, analysis and interpretation of the results, text writing and editing; E.G. Akramova, the study concept and design, text writing and editing, approval of the final version of the manuscript; B.M. Sharafutdinov, clinical data collection, analysis and interpretation of the results, text writing and editing; R.S. Mirvaliev, clinical data collection, analysis and interpretation of the results, text writing. All the authors have read and approved the final version of the manuscript before submission, agreed to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Evgeniia V. Vlasova – Ultrasound Specialist, Department of Ultrasonic Diagnostics¹; Assistant Professor, Chair of Preventive Medicine, Institute of Fundamental Medicine and Biology²; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4254-6971>

✉ Ul. Chekhova 1A, Kazan, 420043, Russian Federation. Tel.: +7 (917) 902 05 20. E-mail: kardioevgeniya@gmail.com

Endge G. Akramova – MD, PhD, Associate Professor, Physician, Departments of Ultrasound and Functional Diagnostics¹; Professor, Chair of Preventive Medicine, Institute of Fundamental Medicine and Biology²; Associate Professor, Chair of Ultrasonic Diagnostics³; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1900-7726>.

E-mail: akendge@rambler.ru

Bulat M. Sharafutdinov – MD, PhD, Head of Department of X-ray Surgical Methods of Diagnostics and Treatment¹; Assistant Professor, Chair of Cardiology, Roentgen-Endovascular and Cardiovascular Surgery²; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4149-118X>.

E-mail: bulaty555@mail.ru

Rinat S. Mirvaliev – Cardiovascular Surgeon, Department of X-ray Surgical Methods of Diagnostics and Treatment¹; Assistant Professor, Chair of Morphology and General Pathology, Institute of Fundamental Medicine and Biology²; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5243-130X>.

E-mail: mirvalievrinat@yandex.ru

¹ Medical Unit of Kazan (Volga region) Federal University; ul. Chekhova 1A, Kazan, 420043, Russian Federation

² Kazan (Volga region) Federal University; ul. Kremlevskaya 18, Kazan, 420008, Russian Federation

³ Kazan State Medical Academy – Branch Campus of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; ul. Butlerova 36, Kazan, 420012, Russian Federation