

## ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИСЕРДЕЧНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА С ПОДЪЕМОМ СЕГМЕНТА ST, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-19

© Михин В.П.<sup>1</sup>, Гиндлер А.И.<sup>2</sup>, Заикина Н.В.<sup>2</sup>, Заикина М.П.<sup>3</sup>, Николенко Т.А.<sup>1</sup>,  
Савельева В.В.<sup>1</sup>, Чернятина М.А.<sup>1</sup>, Александров А.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Курский государственный медицинский университет (КГМУ)

Россия, 305041, Курская область, г. Курск, ул. К. Маркса, д. 3

<sup>2</sup> Липецкая областная клиническая больница (ЛОКБ)

Россия, 358055, Липецкая область, г. Липецк, ул. Московская, д. 6а

<sup>3</sup> Первый государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова  
(Сеченовский Университет)

Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

**Цель работы:** оценить особенности центральной и внутрисердечной гемодинамики у больных с острым инфарктом миокарда с подъемом ST электрокардиограммы (ОИМпСТ), перенесших COVID-19, в период пребывания в стационаре и через 6 месяцев после развития ОИМпСТ.

**Материалы и методы.** В исследование включены 140 пациентов с ОИМпСТ. Пациенты были рандомизированы на 2 группы: I (основная) – пациенты с ОИМпСТ, перенесившие COVID-19 (52 человека) в период от 1,5-6 мес. до развития острого коронарного синдрома (ОКС), II – группа сравнения (88 человек), в которую вошли пациенты с ОИМпСТ, не имеющие COVID-19 в анамнезе. Всем пациентам выполнялось чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) со стентированием инфаркт-связанной артерии в первые 24 ч от начала ангинозного синдрома. Параметры центральной и внутрисердечной гемодинамики всем пациентам определялись на 2-3-и сут. (1-я контрольная точка), 9-11-е сут. (2-я контрольная точка), через 6 мес. (3-я контрольная точка) от момента госпитализации по поводу ОИМпСТ.

**Результаты.** У пациентов основной группы исследования регистрировались более выраженные изменения систоло-диастолической функции левого желудочка (ЛЖ) на 2-3-и сутки ОИМпСТ: фракция выброса (ФВ) ЛЖ на 8,5%, Sm на 7,2% и E' на 24,5% ( $p<0,05$ ) были ниже, чем в контрольной группе, соответственно, E/E' на 11,5% и WMSI на 21,8% ( $p<0,05$ ) были выше, чем в группе сравнения.

На 9-11-е сутки заболевания у больных с ОИМпСТ, перенесших COVID-19, выявлено замедление восстановления исследуемых параметров: значение ФВ ЛЖ было ниже, чем в контрольной группе, на 11%, Sm на 12% и E' на 20% ( $p<0,05$ ), соответственно, а величина E/E' на 27% и WMSI на 25% ( $p<0,05$ ) были выше, чем в группе сравнения. Через 6 месяцев после ОИМпСТ в основной и контрольной группах не выявлено достоверных различий в значениях Sm, E', E/E', однако отмечено в сравнении с контрольной группой более низкое значение ФВ ЛЖ и WMSI ( $p<0,05$ ).

**Заключение.** У больных с ОИМпСТ, как перенесших COVID-19, так и без COVID-19 в анамнезе, наблюдалась односторонняя положительная динамика параметров систоло-диастолической функции в госпитальный и постгоспитальный периоды наблюдения. Однако у пациентов, перенесших COVID-19, отмечено наличие более выраженных нарушений систоло-диастолической функции ЛЖ на 2-3-и сутки и менее выраженная, замедленная положительная динамика указанных параметров в процессе госпитального и постгоспитального периодов лечения.

**Ключевые слова:** острый инфаркт миокарда; ЧКВ; COVID-19; внутрисердечная гемодинамика; диастолическая функция левого желудочка.

**Михин Вадим Петрович** – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой внутренних болезней № 2, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0002-5398-9727. E-mail: [mikinvp@yandex.ru](mailto:mikinvp@yandex.ru) (автор, ответственный за контакты с редакцией)

**Гиндлер Анна Игоревна** – зав. кардиологическим отделением для лечения больных с острым инфарктом миокарда, ЛОКБ, г. Липецк. ORCID iD: 0000-0001-6033-0149. E-mail: [anserina@mail.ru](mailto:anserina@mail.ru)

**Заикина Наталья Викторовна** – канд. мед. наук, зав. отделением функциональной диагностики, ЛОКБ, г. Липецк. ORCID iD: 0000-0002-6935-921X. E-mail: [zaikina\\_nv@mail.ru](mailto:zaikina_nv@mail.ru)

**Заикина Маргарита Павловна** – ординатор, Сеченовский Университет, г. Москва. ORCID iD 0000-0001-8118-0522. E-mail: [zaikina\\_nv@mail.ru](mailto:zaikina_nv@mail.ru)

**Николенко Тамара Александровна** – канд. мед. наук, доцент кафедры внутренних болезней № 2, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0001-7987-9000. E-mail: [tomik7@yandex.ru](mailto:tomik7@yandex.ru)

**Савельева Валентина Владимировна** – канд. мед. наук, доцент кафедры внутренних болезней № 2, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0003-4609-5191. E-mail: [sav923@mail.ru](mailto:sav923@mail.ru)

**Чернятина Марина Александровна** – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры внутренних болезней № 2, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0002-0691-6357. E-mail: [mchernyatina@yandex.ru](mailto:mchernyatina@yandex.ru)

**Александров Антон Михайлович** – студент, КГМУ, г. Курск. E-mail: [alexandrov-83med@yandex.ru](mailto:alexandrov-83med@yandex.ru)

Острая коронарная патология (ОКП) продолжает оставаться одной из значимых причин как смертности, так и инвалидизации, а также снижения качества жизни пациентов [1]. Сер-

дечно-сосудистые заболевания в период пандемии COVID-19 приобретают ряд специфических особенностей [2]. Перенесенная коронавирусная инфекция ухудшает течение имеющейся сер-

дечно-сосудистой патологии и увеличивает вероятность развития новых сердечно-сосудистых событий, включая фатальные [3, 4]. На сегодняшний день имеющиеся данные об особенностях поражения органов и систем при COVID-19 свидетельствуют о том, что SARS-CoV-2 поражает не только легочную ткань, включая сосудистый компонент малого круга кровообращения, но и другие органы и системы, в том числе сердце [5], головной мозг [6, 7], сосуды, почки и прочие [8, 9]. В настоящее время COVID-19 рассматривается как мощный фактор сердечно-сосудистого риска, ухудшающий течение и прогноз ИБС, увеличивающий частоту развития острого коронарного синдрома (ОКС) с исходом в острый инфаркт миокарда (ОИМ) [10, 11]. Поражение эндотелия, активация провоспалительных цитокинов [7] на фоне инактивации антиоксидантной системы приводит к нарушению энергетического внутриклеточного обмена и увеличению частоты возникновения ОКС.

Особенностью вируса SARS-CoV-2 является его способность инициировать выраженную воспалительную реакцию, ведущую к значимому поражению сосудистого эндотелия, о чем свидетельствует более выраженная экспрессия в сосудистой стенке интерлейкина-6, интерлейкина-10, фактора некроза опухоли- $\alpha$  и других маркеров воспаления [12]. Развитие эндотелиальной дисфункции при COVID-19 реализуется как за счет прямого воздействия вируса (проникновение в эндотелиоцит), так и путем развития системного воспалительного ответа, цитокинового шторма и иммунно-опосредованного поражения эндотелиоцитов [13]. Высвобождение вируса приводит к повреждению клеточных структур, которые распознаются соседними эпителиальными, эндотелиальными клетками и альвеолярными макрофагами, вызывая генерацию воспалительных белков, которые, в свою очередь, вовлекают в процесс моноциты, макрофаги и Т-клетки, способствуя дальнейшему прогрессированию воспаления [14, 15]. Эндотелиальная дисфункция носит системный характер, и вышеописанные изменения происходят не только в альвеолярно-капиллярных эндотелиоцитах, но и в эндотелиальных клетках коронарных артерий [16].

Согласно имеющимся на сегодняшний день данным SARS-CoV-2 связывается с трансмембранным рецептором ангиотензин-превращающего фермента 2 (АПФ 2) для проникновения в пневмоциты, периваскулярные перициты 2-го типа и кардиомиоциты [17, 18]. Коронарное русло характеризуется высоким содержанием перицитов, которые экспрессируют наиболее высокие уровни АПФ 2. Учитывая важную роль перицитов в микроциркуляторном русле, ин-

фицирование этих клеток может привести к существенной микрососудистой дисфункции и ухудшению коронарного кровоснабжения. С другой стороны, высокий уровень циркулирующих цитокинов при COVID-19 оказывает повреждающее воздействие на кардиомиоциты и инициирует развитие воспалительного процесса в миокарде, негативно влияет на клетки эндотелия, вызывая эндотелиальную дисфункцию, а также стимулирует атерогенез [19, 20]. Коронавирусная инфекция в 30-50% случаев сопровождается поражением миокарда по типу вирусного миокардита, который не всегда манифестирует и сложен для верификации [21]. «Скомпрометированный» перенесенной вирусной инфекцией миокард при развитии острого коронарного синдрома с подъемом сегмента ST (ОКСпСТ) будет более уязвимым, что проявится более широкими зонами ишемии за счет последствий перенесенного ковид-ассоциированного васкулита, сохраняющейся дисфункции сосудистого эндотелия, в том числе как инфаркт-связанной артерии (ИСА), так и других коронарных артерий, что способствует ухудшению коллатерального кровотока в зоне острой ишемии и приводит к более выраженному нарушению функциональной активности миокарда [22, 23].

Логично предположить, что указанные поражения коронарных артерий и миокарда вследствие перенесенного COVID-19 ассоциируются с особенностями течения ОКС у этих пациентов. В то же время характер течения ОКС/ОИМ после перенесенной коронавирусной инфекции остается фактически неизученным, особенности восстановления функциональной активности миокарда в период госпитальной и постгоспитальной реабилитации не описаны. В этой связи поиск особенностей течения госпитального и постгоспитального периода ОИМ у больных, перенесших COVID-19, представляется крайне актуальной задачей клинической кардиологии. Одними из информативных критериев оценки процесса реабилитации больных с ОИМ являются показатели центральной и внутрисердечной гемодинамики, в связи с чем представляется целесообразным оценка параметров внутрисердечной гемодинамики у больных ОКС, перенесших COVID-19.

Цель исследования: оценить особенности центральной и внутрисердечной гемодинамики у больных с ОИМпСТ, перенесших COVID-19, в период пребывания в стационаре и через 6 месяцев после развития ОИМпСТ.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование включены 140 пациентов с ОИМпСТ в возрасте от 42 до 66 лет ( $55,1 \pm 8,95$  лет; мужчин – 121, женщин – 19). Всем пациентам выполнялось ЧКВ со стентированием инфаркт-связанной артерии в первые 24 часа от начала ангинозного синдрома. Критерии включения: ОИМпСТ давностью менее 24 часов, ЧКВ со стентированием ИСА, перенесенный COVID-19 (за 1,5-6 мес. до начала ОКС), осложнившийся пневмонией с лучевой характеристикой КТ 1-2. Критерии исключения из исследования: наличие острого COVID-19 и положительного ПЦР теста на COVID-19, повторный ОИМ, заболевания опорно-двигательной системы, последствия ОНМК с выраженным неврологическим дефицитом, операция аорто-коронарного шунтирования в анамнезе, тяжелые заболевания печени и почек, сопровождающиеся ХБП III-V.

Пациенты были рандомизированы на 2 группы: I – основная – пациенты с ОИМпСТ, переносившие COVID-19 (52 человека), II – группа сравнения (88 человек), в которую вошли пациенты, отвечающие критериям включения/исключения, но не имеющие COVID-19 в анамнезе. У включенных в исследование пациентов ОИМпСТ сочеталась с гипертонической болезнью (ГБ) в 68%, сахарным диабетом 2 типа в 15% случаев. Тромболитическая терапия была выполнена в 44,2% случаев в первые 6 часов от начала ангинозного приступа (в I группе – 44,2%, во II группе – 44,3%), из них в 46,9% случаев была эффективна (в I группе – 47,8%, во II группе – 46,1%). У пациентов как первой, так и второй группы регистрировались осложнения ОИМпСТ в виде кардиогенного шока, соответственно, в 5,8% (3 чел.) и 6,8% (6 чел.) случаев, острой левожелудочковой недостаточности 7,7% (4 чел.) и 8% (7 чел.), нарушения ритма сердца в виде ФЖ – 1,9% (1 чел.) и 2,2% (2 чел.). В обеих группах было выполнено ЧКВ со стентированием ИСА: передняя нисходящая артерия (ПНА) 42,3% в группе I, 43,2% в группе II, правая коронарная артерия (ПКА) – 38,5% и 38,6%, соответственно, огибающая артерия (ОА) – 19,2% и 18,2%. Пациенты рандомизированы по возрасту, полу, тяжести заболевания (по Killip и шкале Grace) и локализации ИСА. В исследование включались пациенты с различной степенью тяжести инфаркта: Killip II-IV класса, по шкале Grace при поступлении от средней до тяжелой степени ( $>126$  баллов) [24]. Все пациенты, перенесшие коронавирусную инфекцию, имели лабораторно подтвержденный COVID-19 методом ПЦР и пневмонию с лучевой характеристикой КТ 1-2. По данным амбулаторной карты, а также

анамнеза у пациентов, перенесших COVID-19, до развития ОКС отсутствовали признаки как перенесенного, так и активного миокардита (лихорадка, утомляемость, боль в груди, одышка в покое или при нагрузке с признаками лево- и/или правожелудочковой недостаточности, сердцебиение, желудочковые нарушения ритма, АВ блокады 2-3 степени, блокады ножек пучка Гиса), отсутствовало снижение ФВ ЛЖ и повышение маркеров поражения миокарда (тропонина) [25]. Также не регистрировались явления Long-COVID.

Диагноз «ОИМпСТ» верифицировался по наличию типичных изменений ЭКГ, клинической картине и динамики маркеров некроза миокарда (КФК-МВ, тропонин Т). Параметры центральной и внутрисердечной гемодинамики определялись на 2-3-и сут. (1-я контрольная точка), 9-11-е сут. (2-я контрольная точка), через 6 мес. (3-я контрольная точка) от момента госпитализации по поводу ОИМпСТ; оценивались:

- фракция выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ) по J.S. Simpson (1989);
- индекс нарушения локальной сократимости (WMSI, ед.) левого желудочка – отношение суммы баллов сократимости каждого сегмента (по принятым критериям: нормокинез, гипокинез, акинез, дискинез) к общему количеству сегментов левого желудочка (использовалась 17-сегментная модель ЛЖ);
- скорость систолического смещения левого фиброзного кольца – (Sm);
- скорость движения фиброзного кольца МК - (E');
- отношение трансмитрального потока и скорости движения фиброзного кольца МК-Е/Е'.

Расчет параметров проводился по традиционным методикам согласно рекомендациям Европейской эхокардиографической ассоциации, Американского эхокардиографического общества и методическим рекомендациям по эхокардиографии у взрослых департамента здравоохранения г. Москвы [26-28]. Оценка диастолической функции левого желудочка проводилась с использованием эхокардиографических режимов: импульсно-волновой допплер (оценка параметров трансмитрального кровотока в диастолу, скорость пика Е, м/сек) и тканевой импульсно-волновой допплер (оценка скорости раннего диастолического движения медиальной и латеральной части митрального фиброзного кольца Е', см/сек). В апикальной четырехкамерной позиции контрольный объем импульсно-волнового допплера располагался в левом желудочке на уровне концов створок митрального клапана, контрольный объем импульсно-волнового тканевого допплера устанавливался в область основания передней и задней створок

митрального клапана на фиброзное кольцо. Использовался усредненный показатель Е': (Е' медиальной части митрального фиброзного кольца + Е' латеральной части митрального фиброзного кольца)/2. Также оценивался показатель Е/Е' (отношение скорости пика Е к усредненному показателю Е') [29]. Тип диастолической дисфункции верифицировался по традиционным принципам [29, 30, 31]. Исследования выполнялись на аппарате «SonoSite M-Turbo» (США).

Пациенты получали традиционное лечение: наркотические и ненаркотические анальгетики, антиагреганты (ацетилсалициловая кислота, клопидогрел (на догоспитальном этапе) с дальнейшей эскалацией дезагрегантной терапии на тикагрелор), нефракционированный гепарин (НФГ), низкомолекулярный гепарин (НМГ), бета-блокаторы, статины (аторвастатин 80-40 мг), ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента (иАПФ) или валсартан, антагонисты альдостероновых рецепторов (спиронолактон или эplerенон), при показаниях и/или развитии явлений сердечной недостаточности – диуретики и нитраты [24]. После выписки из стационара пациенты продолжали прием бета-блокаторов, статинов, двойной дезагрегантной терапии, иАПФ или валсартана, антагонистов альдостероновых рецепторов, при показаниях – петлевой диуретик. При выписке у пациентов явлений постинфарктной стенокардии и декомпенсации ХСН не наблюдалось.

Статистический анализ полученных результатов исследования выполнен с использованием Statistica 10.0. и представлен в виде М+m. Характер распределения выборки оценивался по критерию Шапиро-Уилка. Достоверность различий между количественными признаками в сравниваемых выборках оценивалась по критерию Манна-Уитни, критерию Вилкоксона (для парного сравнения групп) с учетом поправки Бонферрони. Уровнем критической значимости (Р) считали значения <0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка исходного состояния внутрисердечной и центральной гемодинамики (табл. 1) показала, что величина ФВ ЛЖ, Е' были ниже, а значение Е/Е' было выше референтных значений в обеих исследуемых группах [29]. У включенных в исследование пациентов уровень Sm на 2-е сутки пребывания в стационаре был выше референтного значения в контрольной группе и ниже референтного значения в основной группе. При сравнительной оценке величины исследуемых параметров контрольной и основной групп установлено, что величина ФВ ЛЖ на

8,5% (p<0,05), Sm на 7,2% (p<0,05) и Е' на 24,5% (p<0,05) (рис. 1) были ниже, чем в контрольной группе, соответственно. Значение Е/Е' на 11,5% (p<0,05), а также WMSI на 21,8% (p<0,05) в основной группе были выше, чем в группе сравнения. Необходимо отметить, что уровень WMSI был повышен в обеих группах (норма – 1), что обусловлено наличием зон нарушения сократимости миокарда ЛЖ в острую стадию ОИМпСТ как в основной, так и в контрольной группе. У пациентов обеих групп регистрировалась диастолическая дисфункция ЛЖ 1 типа, которая сохранялась на протяжении всего периода наблюдения (Е/А<1).

Изменения параметров внутрисердечной и центральной гемодинамики в период госпитальной и постгоспитальной терапии в обеих группах носили однонаправленный характер.

В период госпитального наблюдения (2-я контрольная точка – 9-11 сут.) у всех включенных в исследование пациентов наблюдалась положительная динамика со стороны большинства исследуемых параметров sistolo-диастолической функции ЛЖ, однако выраженность изменений указанных параметров различалась. К 9-11-м суткам заболевания величина ФВ ЛЖ в основной группе достоверно не изменялась, в контрольной группе прирост ФВ ЛЖ составил 5,8% (p<0,05). На фоне госпитального лечения отмечено повышение значения Sm на 12,0% (рис. 1), Е' на 9,2% (рис. 2), Е/Е' на 12,0% (p<0,05) (рис. 3) в основной группе, тогда как в группе контроля параметры достоверно не изменялись.

Анализ характера динамики WMSI не выявил достоверных различий между группами в период госпитальной реабилитации, оба параметра снижались в равной степени: на 9% в основной группе, на 8% в контрольной группе (p>0,05). Обращает внимание, что абсолютные значения WMSI у лиц, перенесших COVID-19, были выше, чем в контрольной группе (p>0,05).

В постгоспитальный период наблюдения у пациентов с ОИМпСТ (3-я контрольная точка, 6 мес.) отмечалось восстановление нарушенных параметров центральной и внутрисердечной гемодинамики: наблюдалось увеличение ФВ ЛЖ, Sm, Е', регистрировалось снижение Е/Е' и WMSI, а также выявлены различия в степени выраженности изменений исследуемых параметров в обеих группах в период постгоспитальной реабилитации, хотя динамика этих параметров в каждой из групп носила однонаправленный позитивный характер (табл. 1).

Через 6 месяцев после ОИМпСТ в основной группе было установлено, что значения ФВ ЛЖ, WMSI не изменились, тогда как в контрольной группе выявлено увеличение ФВ ЛЖ на 10,2% (p<0,05) и снижение WMSI на 12% (p<0,05), соот-

ветственно. Отмечено, что величина WMSI у пациентов основной группы увеличилась на 7% ( $p<0,05$ ) по сравнению со 2-й контрольной точкой, что свидетельствует об усугублении нарушения сократимости ЛЖ. Наблюдались существенные различия в величине абсолютного значения WMSI в основной и контрольной группах (1,83 против 1,31,  $p<0,05$ ) и величины ФВ ЛЖ (43,82 против 50,62,  $p<0,05$ ) (табл. 1). В постгоспитальный период отмечена более выраженная

положительная динамика параметров E', Sm и E/E' в основной группе: значение E' увеличивалось на 37,8% ( $p<0,05$ ) и на 10,2% ( $p<0,05$ ), соответственно (рис. 2), уровень Sm повышался на 26,0% ( $p<0,05$ ; рис. 1) и величина E/E' снижалась на 34% ( $p<0,05$ ; рис. 3) в основной группе и не изменялась в контрольной группе. При этом достоверного различия абсолютной величины Sm, E' и E/E' через 6 месяцев ОИМпСТ не наблюдалось в обеих группах.

Таблица 1

Table 1

Величина параметров систоло-диастолической функции ЛЖ у пациентов с ОИМпСТ в период наблюдения ( $M\pm m$ )

The value of the parameters of LV systolic-diastolic function in patients with STEMI during the follow-up period ( $M\pm m$ )

Показатель Indicator	Срок Term	Группы больных Groups of patients	
		ОИМпСТ с предшествующим COVID-19 STEMI with prior COVID-19	ОИМпСТ без предшествующего COVID-19 STEMI without prior COVID-19
ФВ ЛЖ по Симпсону, % Simpson's ejection fraction, %	2-3 сутки day 2-3	42.01±1.41	45.91±1.62*
	9-11 сутки day 9-11	43.04±1.49	48.58±1.43*
	6 месяцев 6 months	43.82±1.47	50.62±2.13*✓
Sm, см/сек Sm, cm/sec	2-3 сутки day 2-3	5.96±0.13	7.53±0.29*
	9-11 сутки day 9-11	6.77±0.21✓	7.74±0.18*
	6 месяцев 6 months	7.56±0.22✓	7.78±0.21
E', см/сек E', cm/sec	2-3 сутки day 2-3	6.76±0.15	8.95±0.21*
	9-11 сутки day 9-11	7.45±0.17✓	9.34±0.23*
	6 месяцев 6 months	9.32±0.22✓	9.52±0.25✓
E/E', един. E/E', units	2-3 сутки day 2-3	8.62±0.41	7.63±0.34*
	9-11 сутки day 9-11	9.78±0.43✓	7.67±0.25*
	6 месяцев 6 months	7.31±0.22✓	7.26±0.31
WMSI, един. WMSI, units	2-3 сутки day 2-3	1.88±0.05	1.47±0.04*
	9-11 сутки day 9-11	1.71±0.04✓	1.36±0.03*✓
	6 месяцев 6 months	1.83±0.03	1.31±0.04*✓

Примечание: \* –  $p<0,05$  – достоверность различий между группами ОИМпСТ без предшествующего COVID-19 и ОИМпСТ с предшествующим COVID-19. ✓ –  $p<0,05$  – внутргрупповая достоверность различий с исходным параметром.

Note: \* –  $p<0,05$  – the reliability of the differences between the groups of STEMI without previous COVID-19 and STEMI with previous COVID-19. ✓ –  $p<0,05$  – the reliability of the differences in intra-group validity with the original parameter.

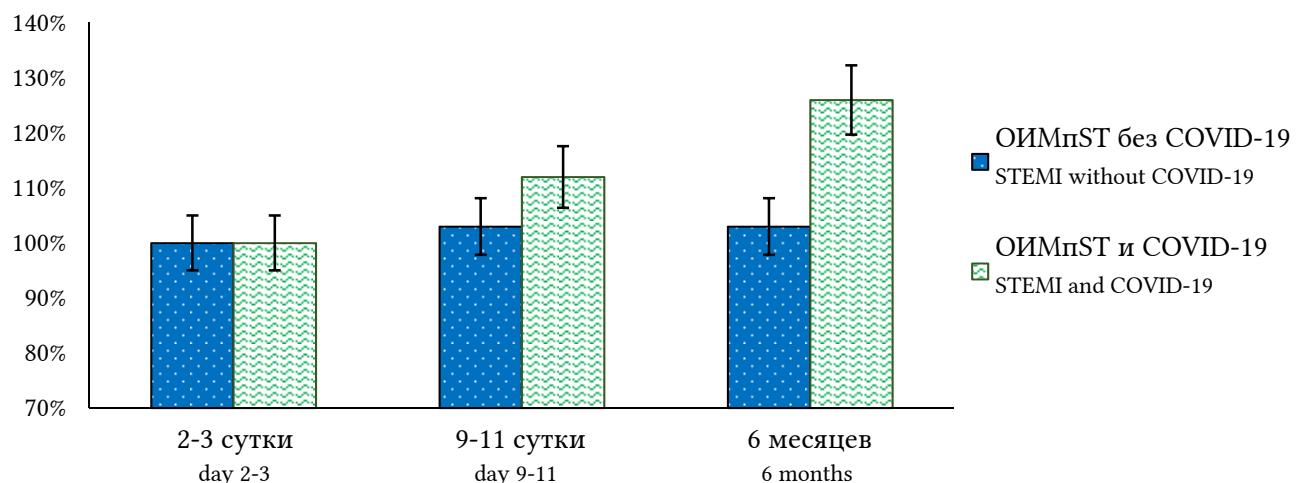


Рис. 1. Динамика скорости систолического смещения левого фиброзного кольца (Sm) у пациентов с ОИМпСТ.

Fig. 1. Dynamics of the rate of systolic displacement of the left fibrous ring (Sm) in patients with STEMI.

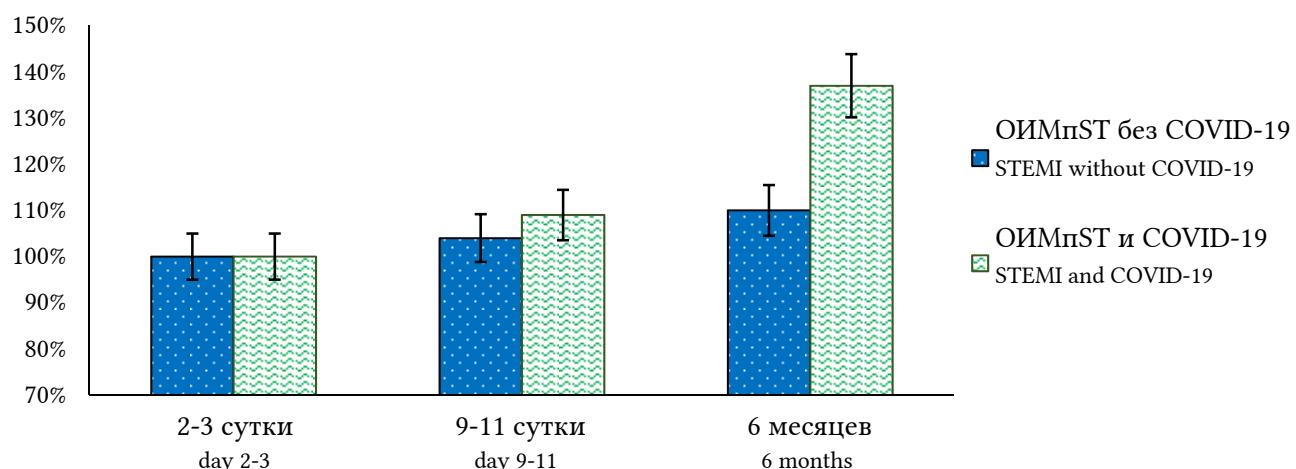


Рис. 2. Динамика скорости движения фиброзного кольца (E') у пациентов с ОИМпСТ. Исходный уровень параметра принят за 100%.

Fig. 2. Dynamics of the velocity of the fibrous ring (E') in patients with STEMI. The initial level of the parameter is assumed to be 100%.

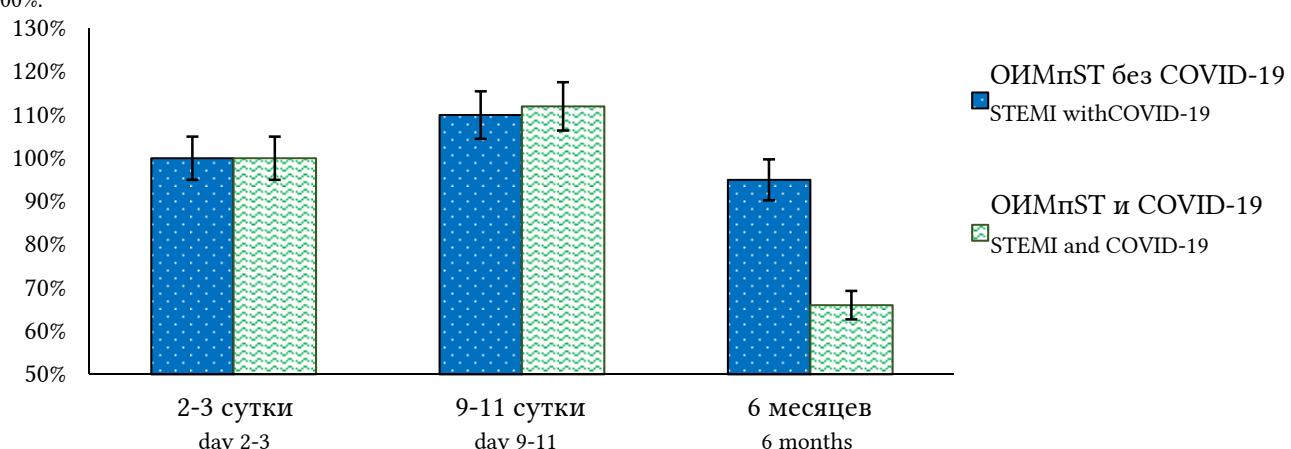


Рис. 3. Динамика отношения трансмитрального потока и скорости движения фиброзного кольца МК (E/E') у пациентов с ОИМпСТ.

Fig. 3. Dynamics of the ratio of the transmural flow and the velocity of the fibrous ring MK (E/E') in patients with STEMI.

Таким образом, у больных с ОИМпСТ, как перенесших COVID-19, так и без COVID-19 в анамнезе, наблюдалась односторонняя положительная динамика параметров систоло-диастолической функции в госпитальный и постгоспитальный периоды наблюдения. Однако у пациентов, перенесших COVID-19, отмечено присутствие более выраженных нарушений систоло-диастолической функции во 2-3-и сутки и менее выраженная, замедленная положительная динамика указанных параметров в процессе госпитального и постгоспитального периодов лечения.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в острый период ОИМпСТ (2-3-и сутки) пациенты, перенесшие COVID-19, характеризуются более низкими значениями ФВ ЛЖ, Sm, E' и более высокими значениями E/E', WMSI, что соответствует более выраженному нарушению сократительной функции миокарда. На сегодняшний день имеется большое количество публикаций, свидетельствующих о снижении сократительной функции миокарда в период COVID-19 за счет непосредственного кардиотокического эффекта коронавирусной инфекции, а также микрососудистой дисфункции и системного воспалительного ответа [32-34]. Однако в постковидный период состояние систоло-диастолической функции ЛЖ не исследовалось. Учитывая полученные нами результаты, остается открытым вопрос о патофизиологических механизмах более выраженного нарушения систоло-диастолической функции миокарда в острый период ОИМпСТ у лиц, перенесших COVID-19: нарушения обусловлены большей чувствительностью кардиомиоцитов к острой ишемической атаке или связаны с уже имеющимися предшествующими повреждениями миокарда вследствие ковидной инфекции, которые манифестируют в период ОКС. Не исключено, что имеющаяся дисфункция коронарного эндотелия способствует более широкому нарушению коронарной гемодинамики и, как следствие, более выраженному повреждению миокарда. Косвенным подтверждением указанной гипотезы может служить тот факт, что в исследуемых нами группах локализация и характер поражения ИСА были сопоставимы. Наличие различий в величине WMSI в острую стадию ОИМпСТ также подтверждает указанное предположение.

Дальнейшее наблюдение на госпитальном этапе пациентов с ОИМпСТ, перенесших коронавирусную инфекцию, обнаруживало менее выраженное восстановление исследуемых показателей систоло-диастолической функции ЛЖ (ФВ ЛЖ, Sm, E', E/E' и WMSI) по сравнению с контрольной группой. При этом остальные параметры, в частности, увеличение E/E' на 9-11-е сутки свидетельствует об ухудшении диа-

столической функции ЛЖ в ответ на расширение физической активности и о снижении адаптивных возможностей миокарда на фоне перенесенного COVID-19 в период госпитальной реабилитации. Обращает внимание то, что указанных разнонаправленных изменений величины E/E' в контрольной группе не отмечено. О более выраженным нарушении сократимости ЛЖ и фактическом отсутствии его восстановления к 6 месяцу терапии говорит сохраняющееся в течение всего периода наблюдения высокое значение WMSI.

Анализ полученных данных свидетельствует о более выраженном увеличении показателей Sm, E', E/E' через 6 месяцев ОИМпСТ у лиц, перенесших COVID-19, отсутствии достоверного различия абсолютных величин вышеперечисленных параметров внутрисердечной гемодинамики в обеих группах и достижении референтных значений (как у здоровых лиц) Sm и E/E' у всех исследуемых пациентов. Обращает внимание то, что через 6 месяцев после ОИМпСТ абсолютные значения ФВ ЛЖ и WMSI и более выраженная положительная динамика данных параметров наблюдаются в контрольной группе.

Таким образом, пациенты с ОИМпСТ, перенесшие COVID-19, имеют наиболее выраженные нарушения систоло-диастолической функции ЛЖ в острый период, которые сохраняются на госпитальном и постгоспитальном этапах наблюдения и определяют снижение реабилитационного потенциала пациентов, что говорит о более выраженном поражении миокарда у пациентов, перенесших коронавирусную инфекцию, и свидетельствует о необходимости учитывать наличие COVID-19 в анамнезе при построении программы физической реабилитации на госпитальном и постгоспитальном этапах, а также о целесообразности учета факта перенесенного COVID-19 в анамнезе у пациентов с ОИМпСТ при выборе персонализированной фармакотерапии [35].

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Пациенты с ОИМпСТ, перенесшие COVID-19, характеризуются более низкими значениями ФВ ЛЖ, Sm, E' и более высокими значениями E/E', WMSI в остром периоде заболевания (2-3 сут.)

2. У пациентов с ОИМпСТ, перенесших COVID-19, отмечается замедление восстановления параметров, характеризующих систоло-диастолическую функцию ЛЖ – ФВ ЛЖ, Sm, E', E/E', WMSI на госпитальном этапе лечения (9-11 сут. ОИМпСТ).

3. Через 6 месяцев после ОИМпСТ у пациентов, перенесших COVID-19, сохраняются более низкие значения ФВ ЛЖ и WMSI в сравнении с пациентами без COVID-19 в анамнезе.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

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

## ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

## СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Настоящее исследование выполнено в соответствии с положениями Хельсинкской декларации. Исследование проводилось после подписания пациентом добровольного информированного согласия. Дизайн исследования одобрен комитетом по этике при ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол № 11 от 10.12.2018).

## ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Михин В.П. – разработка концепции и дизайна исследования, окончательное утверждение для публикации рукописи; Гиндер А.И. – сбор материала, анализ литературы, анализ полученных данных, подготовка текста; Заикина Н.В. – выполнение ЭхоКС; Заикина М.П. – математический расчет производных параметров; Чернятина М.А. – интерпретация результатов ЭхоКС; Александров А.М. – анализ амбулаторных карт пациентов, перенесших COVID-19; Николенко Т.А., Савельева В.В. – обработка первичных данных и статистический анализ.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Драпкина О.М., Самородская И.В. Динамика региональных показателей смертности от кардиологических причин в России в 2019–2020 гг. *Кардиология*. 2022;62(10):16–25 [Drapkina O.M., Samorodskaya I.V. Trends in regional mortality rates from heart diseases in Russia in 2019–2020. *Kardiologiya*. 2022;62(10):16–25 (in Russ.)]. DOI: 10.17116/profmed20222512164. EDN: HTAYLL.
2. Кравцова А.В., Гуляева А.А., Голованова Е.Д., Айрапетов К.В. Поражение сердечно-сосудистой системы при COVID-19. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2021;20(4):59–65 [Kravtsiva A.V., Gulyaeva A.A., Golovanova E.D., Ayrapetov K.V. Damage to the cardiovascular system in COVID-19. *Vestnik Smolensk State Medical University*. 2021;20(4):59–65 (in Russ.)]. DOI: 10.37903/vsgma.2021.4.8. EDN UQCINE.
3. Ayoubkhani D., Khunti K., Nafilyan V., Maddox T., Humberstone B., Diamond I., Banerjee A. Post-COVID syndrome in individuals admitted to hospital with COVID-19: retrospective cohort study. *BMJ*. 2021;372:n693. DOI: 10.1136/bmj.n693.
4. Шляхто Е.В., Конради А.О., Арутюнов Г.П., Арутюнов А.Г., Баутин А.Е., Бойцов С.А., Виллевальде С.В., Григорьева Н.Ю. и др. Руководство по диагностике и лечению болезней системы кровообращения в контексте пандемии COVID-19. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(3):129–148 [Shlyakhto E.V., Konradi A.O., Arutyunov G.P., Arutyunov A.G., Bautin A.E., Boytsov S.A., Villeval'de S.V., Grigor'yeva N.Yu., et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of circulatory diseases in the context of the COVID-19 pandemic. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(3):129–148 (in Russ.)]. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-3-3801. EDN: NTALPB.
5. Тинаева Р.Ш., Сквортsov B.B. К вопросу о влиянии инфекции COVID-19 на сосудистую систему человека. *Медсестра*. 2021;(7):72–79 [Tinaeva R.Sh., Skvortsov V.V. The effect of COVID-19 on the human vascular system. *Medsestra*. 2021;(7):72–79 (in Russ.)]. DOI: 10.33920/med-05-2107-06. EDN: YNFIFL.
6. Цыган Н.В., Рябцев А.В., Однак М.М., Литвиненко И.В. Частота и патофизиологическое обоснование развития неврологических симптомов при COVID-19. *Известия Российской Военно-медицинской академии*. 2021;40(4):33–42 [Tsyg'an N.V., Ryabtsev A.V., Odinak M.M., Litvinenko I.V. The incidence and pathophysiology of neurological symptoms in COVID-19. *Izvestiya Rossiyskoy Voyenno-meditsinskoy akademii*. 2021;40(4):33–42 (in Russ.)]. DOI: 10.17816/rmmr83617. EDN: ZBDGSB.
7. Мартынов М.Ю., Боголепова А.Н., Ясаманова А.Н. Эндотелиальная дисфункция при COVID-19 и когнитивные нарушения. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2021;121(6):93–99 [Martynov M.Yu., Bogolepova A.N., Yasamanova A.N. Endothelial dysfunction in COVID-19 and cognitive impairment. *Zhurnal Nevrologii I Psichiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2021;121(6):93–99 (in Russ.)]. DOI: 10.17116/jnevro202112106193. EDN: IRHFWS.
8. Нагибович О.А., Захаров М.В., Шелухин В.А., Аксенов В.В., Шипилова Д.А. Поражение почек при новой коронавирусной инфекции. *Вестник терапевтической медицины*. 2021;51(4):24–37 [Nagibovich O.A., Zakharov M.V., Shelukhin V.A., Aksenov V.V., Shipilova D.A. Kidney damage due to novel coronavirus infection. *Vestnik terapevticheskoy meditsiny*. 2021;51(4):24–37 (in Russ.)]. EDN: IHGZNL.
9. Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y., Zhang L., Fan G., et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020;395(10223):497–506. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
10. Барбараши О.Л., Каретникова В.Н., Кашталап В.В., Зверева Т.Н., Кочергина А.М. Новая коронавирусная болезнь (COVID-19) и сердечно-сосудистые заболевания. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2020;9(2):17–28 [Barbarash O.L., Karetnikova V.N., Kashtalap V.V., Zvereva T.N., Kochergina A.M. New coronavirus disease (COVID-19) and cardiovascular disease. *Kompleksnye problemy serdechno-sosudistikh zabolевaniy*. 2020;9(2):17–28 (in Russ.)]. DOI: 10.17802/2306-1278-2020-9-2-17-28. EDN: LJYBE.
11. Katsoularis I., Fonseca-Rodríguez O., Farrington P., Lindmark K., Fors Connolly A.M. Risk of acute myocardial infarction and ischaemic stroke following COVID-19 in Sweden: a self-controlled case series and matched cohort study. *Lancet*.

- 2021;398(10300):599–607. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)00896-5.
12. Nagashima S., Mendes M.C., Camargo Martins A.P., Borges N.H., Godoy T.M., Miggioro A.F.R.D.S., da Silva Dezidério F., Machado-Souza C., et al. Endothelial Dysfunction and Thrombosis in Patients With COVID-19-Brief Report. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2020;40(10):2404–2407. DOI: 10.1161/ATVBAHA.120.314860.
13. Wu C., Chen X., Cai Y., Xia J., Zhou X., Xu S., Huang H., Zhang L., et al. Risk Factors Associated With Acute Respiratory Distress Syndrome and Death in Patients With Coronavirus Disease 2019 Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA Intern Med.* 2020;180(7):934–943. DOI: 10.1001/jamainternmed.2020.0994.
14. Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y., Zhang L., Fan G., et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet.* 2020;395(10223):497–506. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
15. Epidemiology Working Group for NCIP Epidemic Response, Chinese Center for Disease Control and Prevention. [The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi.* 2020;41(2):145–151. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.003. (in Chin.)
16. Ройтман Е.В. Восстановление функции эндотелия при новой коронавирусной инфекции COVID-19 (обзор литературы). *Медицинский совет.* 2021;(14):78–86 [Roitman E.V. The recovery of endothelial function in novel coronavirus infection COVID-19 (review). *Meditinskij sovet.* 2021;(14): 78–86. (in Russ.)]. DOI: 10.21518/2079-701X-2021-14-78-86. EDN: VACMHR.
17. Hoffmann M., Kleine-Weber H., Schroeder S., Krüger N., Herrler T., Erichsen S., Schiergens T.S., Herrler G., et al. SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. *Cell.* 2020;181(2):271–280.e8. DOI: 10.1016/j.cell.2020.02.052.
18. Robinson F.A., Mihealsick R.P., Wagener B.M., Hanna P., Poston M.D., Efimov I.R., Shivkumar K., Hoover D.B. Role of angiotensin-converting enzyme 2 and pericytes in cardiac complications of COVID-19 infection. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2020;319(5):H1059–H1068. DOI: 10.1152/ajpheart.00681.2020.
19. Libby P., Lüscher T. COVID-19 is, in the end, an endothelial disease. *Eur Heart J.* 2020;41(32):3038–3044. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa623.
20. Tersalvi G., Vicenzi M., Calabretta D., Biasco L., Pedrazzini G., Winterton D. Elevated Troponin in Patients With Coronavirus Disease 2019: Possible Mechanisms. *J Card Fail.* 2020;26(6):470–475. DOI: 10.1016/j.cardfail.2020.04.009
21. Zeng J.H., Liu Y.X., Yuan J., Wang F.X., Wu W.B., Li J.X., Wang L.F., Gao H., et al. First case of COVID-19 complicated with fulminant myocarditis: a case report and insights. *Infection.* 2020;48(5):773–777. DOI: 10.1007/s15010-020-01424-5.
22. Raman B., Cassar M.P., Tunnicliffe E.M., Filippini N., Griffanti L., Alfaro-Almagro F., Okell T., Sheerin F., et al. Medium-term effects of SARS-CoV-2 infection on multiple vital organs, exercise capacity, cognition, quality of life and mental health, post-hospital discharge. *EClinicalMedicine.* 2021;31:100683. DOI: 10.1016/j.eclinm.2020.100683.
23. Хоролец, Е.В. Кардиоваскулярные осложнения при ревматоидном артите. *Главный врач Юга России.* 2020;2(72):39–43 [Khorolets E.V. Cardiovascular complications in rheumatoid arthritis. *Glavnuyu vrach Yuga Rossii.* 2020;2(72):39–43 (in Russ.)]. EDN XYJRM.
24. Клинические рекомендации. Острый инфаркт миокарда с подъемом ST электрокардиограммы [Clinical recommendations. Acute myocardial infarction with ST elevation electrocardiogram (in Russ.)]. URL: [https://cr.minszdrav.gov.ru/recomend/157\\_4](https://cr.minszdrav.gov.ru/recomend/157_4)
25. Арутюнов Г.П., Палеев Ф.Н., Моисеева О.М., Драгунов Д.О., Соколова А.В., Арутюнов А.Г., Жирров И.В., Благова О.В. и др. Миокардиты у взрослых. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал.* 2021;26(11):136–182 [Arutyunov G.P., Paleyev F.N., Moiseyeva O.M., Dragunov D.O., Sokolova A.V., Arutyunov A.G., Zhirov I.V., Blagova O.V., et al. 2020 Clinical practice guidelines for Myocarditis in adults. *Russian Society of Cardiology.* 2021;26(11):136–182 (in Russ.)]. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4790. EDN: SWZXVO.
26. Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B., Flachskampf F.A., Foster E., Pellikka P.A., Picard M.H., et al. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr.* 2006;7(2):79–108. DOI: 10.1016/j.euje.2005.12.014.
27. Galderisi M., Cosyns B., Edvardsen T., Cardim N., Delgado V., Di Salvo G., Donal E., Sade L.E., et al. Standardization of adult transthoracic echocardiography reporting in agreement with recent chamber quantification, diastolic function, and heart valve disease recommendations: an expert consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2017;18(12):1301–1310. DOI: 10.1093/ehjci/jex244.
28. Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P., Byrd B.F. 3<sup>rd</sup>, Dokainish H., Edvardsen T., Flachskampf F.A., Gillebert T.C., et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2016;17(12):1321–1360. DOI: 10.1093/ehjci/jew082.
29. Рыбакова М.К., Мит'ков В.В., Балдин Д.Г. *Эхокардиография от М.К. Рыбаковой.* Москва: Издательский дом Видар-М, 2016. 600 с. [Rybakova M.K., Mitkov V.V., Baldin D.G. *Echocardiography by M.K. Rybakova.* Moscow: Publishing house Vidar-M, 2016. 600 с. (in Russ.)]
30. Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P., Byrd B.F. 3<sup>rd</sup>, Dokainish H., Edvardsen T., Flachskampf F.A., et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardi-

- ography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2016;29(4): 277–314. DOI: 10.1016/j.echo.2016.01.011
31. Алексин М.Н., Калинин А.О. Диастолическая функция левого желудочка: значение глобальной продольной деформации левого предсердия. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2020;(3):91–104 [Alekhnin M.N., Kalinin A.O. Left ventricular diastolic function: value of left atrial global longitudinal strain. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika.* 2020;(3):91–104 (in Russ.)]. DOI: 10.24835/1607-0771-2020-3-91-104. EDN: YDCDKW.
32. Ахментаева Д.А., Капсултанова Д.А., Лисовенко О.И., Рахманкул Д.Ж., Дурсунов С.Д., Советканова П.Е., Маюфи А.М., Алиакбаров Е.А. Влияние перенесенной коронавирусной инфекции COVID-19 на тяжесть течения ишемической болезни сердца и риск развития острого инфаркта миокарда. *Вестник КазНМУ.* 2022; (1):121–127 [Akhmentaeva D.A., Kapsultanova D.A., Lisovenko O.I. et al. Influence of COVID 19 coronavirus infection on the severity of coronary heart disease course and the risk of acute myocardial infarction. *Bulletin of KazNMU.* 2022; (1):121–127 (in Russ.)]. EDN: CGEOWI.
33. Jankowska-Sanetra J., Sanetra K., Konopko M., Kutowicz M., Synak M., Kachel M., Kazmierczak P.E., Milewski K., et al. Incidence and course of acute coronary syndromes cases following first wave of COVID-19 pandemic. *European Heart Journal.* 2021;42(S1):ehab724.1359. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab724.1359.
34. Lee C., Patel N., Penepinto L., Byers M., Ambrosino M., Adusunalli S., Denduluri S., Cohen J., et al. The role of premorbid transthoracic echocardiogram in identifying adverse clinical outcomes in patients admitted with COVID-19. *European Heart Journal.* 2021;42(1):ehab724.0103. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab724.0103
35. Аронов Д.М., Барбараши О.Л., Бубнова М.Г. *Российские клинические рекомендации. Реабилитация и вторичная профилактика у больных перенесших острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST.* Москва: МЗ РФ, 2014. 98 с. [Aronov D.M., Barbarash O.L., Bubnova M.G. *Russian clinical guidelines. Rehabilitation and secondary prevention in patients with acute myocardial infarction with ST segment elevation.* Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation, 2014. 98 p. (in Russ.)]. URL: [https://scardio.ru/content/Guidelines/Project\\_reabilit\\_190514.pdf](https://scardio.ru/content/Guidelines/Project_reabilit_190514.pdf).

Поступила в редакцию 15.03.2023

Подписана в печать 26.05.2023

---

**Для цитирования:** Михин В.П., Гиндер А.И., Заикина Н.В., Заикина М.П., Николенко Т.А., Савельева В.В., Чернятина М.А., Александров А.М. Особенности внутрисердечной гемодинамики у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST, перенесших COVID-19. *Человек и его здоровье.* 2023;26(2):20–30. DOI: 10.21626/vestnik/2023-2/03. EDN: YUQUSE.

---

## FEATURES OF INTRACARDIAC HEMODYNAMICS IN PATIENTS WITH ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION WITH ST SEGMENT ELEVATION WHO UNDERWENT COVID-19

© Mikhin V.P.<sup>1</sup>, Gindler A.I.<sup>2</sup>, Zaikina N.V.<sup>2</sup>, Zaikina M.P.<sup>3</sup>, Nikolenko T.A.<sup>1</sup>, Savelyeva V.V.<sup>1</sup>, Chernyatina M.A.<sup>1</sup>, Aleksandrov A.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kursk State Medical University (KSMU)

3, K. Marx Str., Kursk, Kursk region, 305019, Russian Federation

<sup>2</sup> Lipetsk Regional Clinical Hospital (LRCH)

6a, Moskaovskaya Str., Lipetsk, Lipetsk region, 398055, Russian Federation

<sup>3</sup> First State Medical University named after I.M. Sechenov (Sechenov University)

8, bld. 2, Trubetskaya Str., Moscow, 119991, Russian Federation

---

**Objective:** to evaluate the features of central and intracardiac hemodynamics in patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI), who underwent COVID-19 during inpatient stay and 6 months after the development of STEMI.

**Materials and methods.** 140 patients with STEMI were included in the study. The patients were randomized into 2 groups: I – main group – patients with STEMI who suffered COVID-19 (52 people) in the period from 1.5–6 months before the development of acute coronary syndrome (ACS), II – comparison group (88 people) which included patients with STEMI who did not have COVID-19 in the anamnesis. All patients underwent PCI with stenting of the infarct-related artery in the first 24 hours from the onset of ACS. The parameters of central and intracardiac hemodynamics in all patients were determined for 2–3 days (1<sup>st</sup> control point), 9–11 days (2<sup>nd</sup> control point), after 6 months (3<sup>rd</sup> control point) from the moment of hospitalization for STEMI.

---

**Results.** In the patients of the main group of the study, more pronounced changes in the systolic-diastolic LV function were recorded on the 2-3 day of STEMI: LV EF by 8.5%, Sm by 7.2% and E' by 24.5% ( $p<0.05$ ) were lower than in the control group, respectively, E/E' by 11.5% and WMSI by 21.8% ( $p<0.05$ ) were higher than in the comparison group.

On the 9<sup>th</sup>-11<sup>th</sup> day of the disease in patients with STEMI who underwent COVID-19, a slowdown in the recovery of the studied parameters was revealed: the LV EF value was lower than in the control group by 11%, Sm by 12% and E' by 20% ( $p<0.05$ ), respectively, and the value of E/E' by 27% and WMSI by 25% ( $p<0.05$ ) were higher than in the comparison group. 6 months after STEMI, there were no significant differences in Sm, E', E/E' values in the main and control groups, however, a lower LVEF and WMSI value was noted in comparison with the control group ( $p<0.05$ ).

**Conclusion.** Unidirectional positive dynamics of systolic-diastolic function parameters in hospital and post-hospital follow-up periods was observed in patients with STEMI, both those who had COVID-19 and without COVID-19 in the anamnesis. However, in patients who underwent COVID-19, there were more pronounced violations of LV systolic-diastolic function on 2-3 days and less pronounced, delayed positive dynamics of these parameters during the hospital and post-hospital treatment periods.

**Keywords:** acute myocardial infarction; PCI; COVID-19; intracardiac hemodynamics; diastolic function of the left ventricle.

**Mikhin Vadim P.** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Internal Diseases No. 2, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-5398-9727. E-mail: [mikinvp@yandex.ru](mailto:mikinvp@yandex.ru) (corresponding author)

**Gindler Anna I.** – Head of the Department of Cardiology for patients with acute myocardial infarction, LRCH, Lipetsk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-6033-0149. E-mail: [anserina@mail.ru](mailto:anserina@mail.ru)

**Zaikina Natalya V.** – Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of functional diagnostics, LRCH, Lipetsk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-6935-921X. E-mail: [zaikina\\_nv@mail.ru](mailto:zaikina_nv@mail.ru)

**Zaikina Margarita P.** – clinical resident, Sechenov University, Moscow, Russian Federation. ORCID iD 0000-0001-8118-0522. E-mail: [zaikina\\_nv@mail.ru](mailto:zaikina_nv@mail.ru)

**Nikolenko Tamara A.** – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Internal Diseases No. 2, KSMU, Kursk, Russian Federation. E-mail: [tomik7@yandex.ru](mailto:tomik7@yandex.ru)

**Savelyeva Valentina V.** – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Internal Diseases No. 2, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-4609-5191. E-mail [sav923@mail.ru](mailto:sav923@mail.ru)

**Chernyatina Marina A.** – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Internal Diseases No. 2, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-0691-6357. E-mail: [mchernyatina@yandex.ru](mailto:mchernyatina@yandex.ru)

**Aleksandrov Anton M.** – Student, KSMU, Kursk, Russian Federation. E-mail: [alexandrov-83med@yandex.ru](mailto:alexandrov-83med@yandex.ru)

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

#### SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

#### COMPLIANCE WITH THE PRINCIPLES OF ETHICS

The present study was performed in accordance with the terms of the Declaration of Helsinki. The study was conducted after the patient signed voluntary informed consent. The study design was approved by the Ethics Committee of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Kursk State Medical University" of the Ministry of Health of Russia. (Protocol No. 11 of 10.12.2018).

#### SOURCE OF FINANCING

Mikhin V.P. – development of the concept and design of the study, final approval for the publication of the manuscript; Gindler A.I. – collection of material, literature analysis, analysis of the data obtained, preparation of the text; Zaikina N.V. – implementation of Echo-CS; Zaikina M.P. – mathematical calculation of derived parameters; Nikolenko T.A., Savelyeva V.V. – processing of primary data and statistical analysis; Chernyatina M.A. – interpretation of the results of Echo-CS; Aleksandrov A.M. – analysis of case records of patients who underwent COVID-19.

Received 15.03.2023

Accepted 26.06.2023

**For citation:** Mikhin V.P., Gindler A.I., Zaikina N.V., Zaikina M.P., Nikolenko T.A., Savelyeva V.V., Chernyatina M.A., Aleksandrov A.M. Features of intracardiac hemodynamics in patients with acute myocardial infarction with st segment elevation who underwent COVID-19. *Humans and their health.* 2023;26(2):20–30. DOI: 10.21626/vestnik/2023-2/03. EDN: YUQUSE.