

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 612.172.1

doi: 10.48612/agmu/2022.17.4.100.108

3.1.20. Кардиология (медицинские науки)

3.1.9. Хирургия (медицинские науки)

3.3.8. Клиническая лабораторная диагностика  
(медицинские науки)

**АНАЛИЗ ТЕЧЕНИЯ ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА  
ПОСЛЕ ПЕРЕНЕСЕННОГО COVID-19**

\*Ольга Владимировна Петрова<sup>1</sup>, Диана Камильевна Твердохлебова<sup>1</sup>,  
Галия Растямовна Шабанова<sup>1</sup>, Дина Максимовна Никулина<sup>2</sup>,  
Сергей Александрович Шашин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, г. Астрахань, Россия

<sup>2</sup>Астраханский государственный медицинский университет Астрахань, Россия

**Аннотация.** COVID-19 является фактором риска развития острого коронарного синдрома. В литературе нет данных о сроках и частоте развития острого коронарного синдрома, а также о его течении после перенесенного COVID-19. **Цель:** провести анализ течения острого коронарного синдрома у пациентов после перенесенного COVID-19, оценить роль инструментальных и биохимических показателей у больных с этой патологией. **Материалы и методы.** Исследуемую группу составили 35 пациентов с острым коронарным синдромом после перенесенного COVID-19. Проведен анализ клинично-инструментальных и лабораторных данных больных при поступлении в стационар: анамнез жизни и болезни, электро- и эхокардиография, коронарография, значения высокочувствительного тропонина Т и аминокотерминального фрагмента про-мозгового натрийуретического пептида. Полученные результаты были обработаны методами статического анализа. **Результаты.** Анализ течения острого коронарного синдрома у пациентов после перенесенного COVID-19 позволил сделать следующие выводы: острый коронарный синдром развился у больных через 2–8 недель после перенесенного в легкой форме COVID-19. Острый коронарный синдром наиболее часто встречался у мужчин, характеризуясь Q-образующим инфарктом миокарда. У 25 (68,6 %) пациентов выявлено однососудистое поражение коронарных артерий, у 10 (31,4 %) человек – многососудистое поражение коронарных артерий. Наиболее часто отмечалось поражение правой коронарной артерии, правой нисходящей артерии и сочетанное поражение правой нисходящей артерии и правой коронарной артерии. Поражение коронарных артерий сопровождалось повышением высокочувствительного тропонина Т в среднем до 335,0 пг/мл. На фоне повреждения кардиомиоцитов отмечалось развитие сердечной недостаточности, о чем свидетельствовали значения аминокотерминального фрагмента про-мозгового натрийуретического пептида.

**Ключевые слова:** новая коронавирусная инфекция, острый коронарный синдром, аминокотерминальный фрагмент про-мозгового натрийуретического пептида, высокочувствительный тропонин Т

**Для цитирования:** Петрова О. В., Твердохлебова Д. К., Шабанова Г. Р., Никулина Д. М., Шашин С. А. Анализ течения острого коронарного синдрома после перенесенного COVID-19 // Астраханский медицинский журнал. 2022. Т. 17, № 4. С. 100–108. doi: 10.48612/agmu/2022.17.4.100.108.

ORIGINAL INVESTIGATIONS

Original article

**ANALYSIS OF THE COURSE OF ACUTE CORONARY SYNDROME  
AFTER COVID-19**

\* © Петрова О. В., Твердохлебова Д. К., Шабанова Г. Р., Никулина Д. М., Шашин С. А., 2022

**Olga V. Petrova<sup>1</sup>, Diana K. Tverdokhlebova<sup>1</sup>,  
Galiya R. Shabanova<sup>1</sup>, Dina M. Nikulina<sup>2</sup>, Sergey A. Shashin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal Center of Cardiovascular Surgery, Astrakhan, Russia

<sup>2</sup>Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

**Abstract.** COVID-19 is a risk factor for the development of the acute coronary syndrome. There is no data in the literature on the terms and frequency of ACS development, and also its course after COVID-19.

**The aim.** To analyze the course of the acute coronary syndrome in patients after COVID-19 and to assess the role of instrumental and biochemical parameters in patients with this pathology. **Materials and methods.** The study group consisted of 35 patients with acute coronary syndrome after COVID-19. The analysis of clinical, instrumental and laboratory data of patients was carried out upon admission to the hospital: anamnesis of life and illness, electro- and echocardiography, coronary angiography, values of highly sensitive troponin T and N-terminal fragment of the pro-brain natriuretic peptide. The obtained results were processed by static analysis methods. **The results.** Analysis of the course of the acute coronary syndrome in patients after COVID-19 made it possible to draw the following conclusions; acute coronary syndrome developed in patients 2-8 weeks after mild COVID-19. The acute coronary syndrome was most often observed in men. The acute coronary syndrome was characterized by a Q-forming myocardial infarction, in 25 (68,6 %) patients single vascular damage of the coronary arteries was detected, in 10 (31,4 %) – multi-vascular damage of the coronary arteries; most often there was damage of the right coronary artery, anterior descending artery and combined damage of the anterior descending artery and right coronary artery. Coronary artery damage was accompanied by an increase in highly sensitive troponin T to an average of 335,0 ng/ml. Cardiomyocyte damage was associated with heart failure, as evidenced by the values of the N-terminal fragment of the pro-brain natriuretic peptide.

**Key words:** new coronavirus infection; acute coronary syndrome; N-terminal fragment of the pro-brain natriuretic peptide; highly sensitive troponin T

**For citation:** Petrova O. V., Tverdokhlebova D. K., Shabanova G. R., Nikulina D. M., Shashin S. A. Analysis of the course of the acute coronary syndrome after COVID-19. Astrakhan Medical Journal. 2022; 17 (4): 100–108. doi: 10.48612/agmu/2022.17.4.100.108. (In Russ.).

**Введение.** На сегодняшний день установлено, что даже легкая форма новой коронавирусной инфекции (Coronavirus disease 2019, COVID-19) является фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний: аритмии, миокардита, острого коронарного синдрома (ОКС) и сердечной недостаточности (СН). Однако в настоящее время нет данных о сроках и частоте развития ОКС, а также о его течении после перенесенного COVID-19 [1, 2, 3].

ОКС сопровождается повреждением миокарда и развитием СН. Маркерами указанных процессов являются инструментальные и биохимические показатели [4, 5, 6]. В литературе отсутствуют данные о роли этих показателей в диагностике ОКС и прогнозировании его течения у больных после перенесенного COVID-19.

Вышеперечисленное послужило поводом для анализа течения ОКС у пациентов после перенесенного COVID-19.

**Цель:** провести анализ течения ОКС у пациентов после перенесенного COVID-19 и оценить роль инструментальных и биохимических показателей у пациентов с этой патологией.

**Материалы и методы исследования.** В период с 2020 по 2021 г. в Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава РФ (г. Астрахань) поступило 689 пациентов с диагнозом «Острый коронарный синдром». Диагноз был выставлен на основании критериев, национальных рекомендаций, с помощью клинико-инструментальных и лабораторных данных исследований.

Тяжесть состояния пациента при поступлении и в динамике оценивали с помощью клинических критериев. К пациентам при поступлении и в динамике применяли инструментальные и лабораторные методы исследования.

Инструментальные методы исследования: электрокардиография, эхокардиография и коронарография.

При эхокардиографическом исследовании анализировали показатели левых отделов сердца: конечно-диастолический объем левого желудочка (КДОЛЖ); конечно-систолический объем левого желудочка (КСОЛЖ); фракцию выброса левого желудочка (ФВЛЖ). А также изучали состояние локальной сократимости миокарда (зоны гипокинезии, акинезии); определяли наличие в области верхушки образований, их структуру и размеры; наличие регургитации на сердечных клапанах и степень ее

недостаточности. Оценку и интерпретацию результатов исследования осуществляли с помощью референтных интервалов (РИ), указанных в справочной литературе [7].

С помощью иммунохемилюминесцентного метода определяли биохимические маркеры повреждения кардиомиоцитов (высокочувствительный тропонин Т (hsTnT, пг/мл) и сердечной недостаточности (аминотерминальный фрагмент про-мозгового натрийуретического пептида типа В (NT-proBNP, пг/мл) на анализаторе «Cobas e 411» («Roche Diagnostics», Германия). Биологическим материалом для лабораторных исследований служила кровь, взятие которой осуществляли в утренние часы натощак в вакуумные пробирки. Оценку и интерпретацию результатов исследования hsTnT и NT-proBNP проводили с помощью пороговых значений (cut off), указанных в справочной литературе [8].

С учетом эпидемиологической ситуации у каждого пациента был собран анамнез, взят биологический материал для ПЦР-исследования на COVID-19 и определения антител (АТ) к SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus, коронавирус типа 2, вызывающий тяжелый острый респираторный синдром). ПЦР-исследования на COVID-19 проводили в лаборатории Роспотребнадзора Астраханской области. Для определения наличия АТ к SARS-CoV-2 использовали тест-системы, зарегистрированные на территории Российской Федерации: в качестве экспресс-диагностики использовали иммунохроматографический анализ, с помощью которого в капиллярной крови выявляли IgM и IgG к SARS-CoV-2; для подтверждения – иммунохемилюминесцентный анализ, с помощью которого выявляли суммарные АТ к SARS-CoV-2 на автоматическом анализаторе «Cobas e 411» («Roche Diagnostics», Германия). В качестве антигена в тест-системах использован нуклеокапсидный белок SARS-CoV-2 [9].

Статистическую обработку результатов исследования осуществляли с помощью специализированного программного обеспечения «StatPlus» (AnalystSoft Inc., США). Данные представлены в виде медианы и 25–75 % квартилем (25 % Q1; 75 % Q3). Использовали непараметрический метод ранговой корреляции Спирмена с расчетом коэффициентов корреляции ( $r$ ) и критериев статистической значимости ( $p$ ). В зависимости от величины  $r$  оценивали выраженность взаимосвязи:  $\geq 0,7$  – выраженная;  $0,4–0,69$  – умеренная;  $\leq 0,39$  – слабая. Различия значений считали достоверными при уровне вероятности более 95 % ( $p < 0,05$ ).

**Результаты исследования.** Из 689 пациентов с ОКС у 35 (5,08 %) пациентов этот синдром развился после перенесенного COVID-19. Исследуемая группа включала в себя 30 (86 %) мужчин и 5 (14 %) женщин в возрасте от 41 года до 90 лет, медиана составила 68 лет [61; 72].

Из анамнеза жизни известно, что 5,5 недель [4,5; 7,5] назад все пациенты перенесли лабораторно подтвержденный COVID-19 в легкой форме (в виде ОРВИ).

При поступлении в стационар у всех пациентов ПЦР-тест на COVID-19 был отрицательным, выявлены IgG и суммарные АТ к SARS-CoV-2, что свидетельствовало о перенесенной инфекции.

При поступлении в стационар все пациенты предъявляли жалобы на болевой синдром в области сердца с иррадиацией в левое плечо и нижнюю челюсть. Тяжесть состояния больных при поступлении была обусловлена сердечно-сосудистой патологией. Для постановки диагноза пациентам было проведено инструментальное и лабораторное обследование. Результаты исследования эхокардиографических и биохимических показателей у пациентов с ОКС представлены в таблице 1.

Таблица 1. Значения эхокардиографических и биохимических показателей у пациентов с ОКС после COVID-19  
Table 1. Values of echocardiographic and biochemical parameters in patients with acute coronary syndrome after COVID-19

№ пациента	КДОЛЖ, мл (РИ 65-193)	КСОЛЖ, мл (РИ 21-62)	ФВЛЖ, % (РИ 50-60)	hsTnT, нг/мл (cut off > 100)	NT-proBNP, пг/мл (cut off > 125)
1	2	3	4	5	6
1	123	62	46	356,3	334,3
2	91	30	50	430,0	137,0
3	115	53	50	343,1	169,0
4	120	58	52	335,7	193,6
5	90	46	49	122,3	240,3
6	132	69	48	161,2	232,2
7	134	67	49	156,9	289,9
8	114	36	54	313,3	127,8
9	115	54	47	281,1	204,4
10	103	46	48	406,1	178,8
11	100	45	46	130,6	304,0
12	110	47	40	422,1	279,5

1	2	3	4	5	6
13	173	86	50	426,3	210,0
14	75	38	55	183,3	175,2
15	120	50	42	387,5	378,7
16	110	40	62	230,0	129,0
17	140	70	50	464,3	127,0
18	119	65	45	263,7	381,3
19	217	65	51	394,9	163,1
20	105	52	50	429,2	145,2
21	109	52	52	662,1	180,9
22	82	48	55	191,1	138,7
23	155	88	47	165,0	281,0
24	82	34	60	485,0	128,1
25	70	34	52	246,0	148,0
26	120	60	45	200,2	283,3
27	113	56	50	249,3	175,0
28	109	58	43	600,0	453,5
29	110	56	49	474,0	270,0
30	95	55	40	388,8	260,0
31	116	58	50	227,0	130,1
32	117	50	55	182,7	218,0
33	112	60	50	215,0	138,0
34	185	118	50	107,7	131,0
35	108	53	51	416,2	600,0

При поступлении:

- у 14 (40 %) пациентов – Q-образующий инфаркт миокарда нижней стенки левого желудочка, у 10 (28,6 %) больных – Q-образующий инфаркт миокарда передней стенки, у 7 (20 %) человек выявлен Q-образующий инфаркт миокарда перегородочной области, у 4 (11,4 %) пациентов – Q-образующий инфаркт миокарда боковой стенки левого желудочка. У всех пациентов был определен синусовый ритм, частота сердечных сокращений составила 90 [73; 105] ударов в минуту;

- у 15 (42,85 %) пациентов обнаружено нарушение глобальной и локальной сократимости миокарда, у 20 (57,14 %) больных – нарушение локальной сократимости миокарда; у всех пациентов – регургитация I степени на митральном и трикуспидальном клапанах;

- у всех пациентов КДОЛЖ находился в РИ, медиана составила 112 мл [104; 121]. Не выявлено изменений в значениях КСОЛЖ, медиана составляла 53 мл [43; 62] и находились в пределах РИ;

- у 15 (42,86 %) пациентов ФВЛЖ была снижена, ее значения находились ниже нижней границы (диапазона) РИ, у 20 (57,14 %) больных – в пределах РИ, ее медиана составила 50 % [47; 52];

- значения hsTnT в крови у всех пациентов были выше порогового значения (более 100 пг/мл), медиана составила 335,0 пг/мл [200; 422];

- значения NT-proBNP в крови у всех пациентов были выше порогового значения (более 125 пг/мл), медиана составила 193,6 пг/мл [141,2; 280,2].

На основании клинических, инструментальных и лабораторных данных пациентам был поставлен диагноз «Инфаркт миокарда», в связи с чем проведена коронарография, на которой у 12 (34,3 %) пациентов выявлен стеноз более 70 % в дистальном отделе правой коронарной артерии, у 10 (28,6 %) больных – стеноз более 70 % в правой нисходящей артерии, у 10 (28,6 %) человек – стеноз более 70 % в правой нисходящей артерии и правой коронарной артерии, у 1 (2,73 %) пациента – стеноз более 70 % в огибающей артерии, у 1 (2,83 %) больного – стеноз более 70 % в интермедиальной артерии, у 1 (2,83 %) пациента – стеноз более 70 % в правой коронарной артерии и передней нисходящей артерии, интермедиальной артерии. У 25 (68,6 %) обследованных обнаружено однососудистое поражение коронарных артерий, у 10 (31,4 %) человек – многососудистое поражение коронарных артерий. Выявленные изменения на коронарографии послужили поводом для проведения чрескожной транслюмбальной коронарной ангиографии, стентирования 1,29 [1; 2] артерии.

Все пациенты с первого дня нахождения в стационаре получали антиагрегантную терапию. На фоне проводимой терапии состояние пациентов улучшилось: болевой синдром рецидивировал. На момент выписки

из стационара отмечалось значительное снижение значений hsTnT и NT-proBNP. Пациенты были выписаны из стационара на 7,5 [6,5; 8,5] сутки после оперативного вмешательства в удовлетворительном состоянии.

**Обсуждение.** COVID-19 сопровождается эндотелиальной дисфункцией. Эндотелий выстилает внутреннюю поверхность кровеносных и лимфатических сосудов, а также полости сердца. За счет синтеза биологически активных веществ (ангиотензина, простоциклина, тромбоспандина и др.) он участвует в регуляции тонуса сосудов и их образовании, в создании антикоагуляционного эффекта. В основе развития ОКС лежит нарушение антикоагулянтной функции эндотелия, в результате чего наблюдается повышенная адгезивно-агрегационная активность клеток крови и липидных комплексов с последующим формированием тромбов [10, 11, 12, 13].

Результаты проведенного исследования позволили установить, что ОКС развился у 35 пациентов после перенесенного COVID-19, что составило 5,08 %. Возможно, при большем количестве наблюдений частота развития ОКС может измениться. ОКС развился у пациентов через 2–8 недель после перенесенного в легкой форме лабораторно подтвержденного COVID-19. Наиболее часто данная патология отмечалась у мужчин, чем у женщин. Зачастую ОКС сопровождался Q-образующим инфарктом миокарда нижней стенки левого желудочка, передней стенки и перегородочной области; нарушением глобальной и локальной сократимости миокарда. Анализ поражения коронарного русла выявил: у 12 (34,3 %) пациентов диагностирован стеноз в правой коронарной артерии, у 10 (28,6 %) больных – правой нисходящей артерии, у 10 (28,6 %) человек – правой нисходящей артерии и правой коронарной артерии. Кроме того, выявлено, что у 25 (68,6 %) пациентов наблюдалось поражение одной коронарной артерии, у 10 (31,4 %) больных – многососудистое поражение коронарных артерий.

Сопоставить полученные при анализе клинических и инструментальных показателей у пациентов с ОКС данные со сведениями других авторов не представляется возможным, так как они не изложены в доступной литературе. Однако в перспективе можно провести сравнительный анализ клинико-инструментальных и биохимических показателей у пациентов с ОКС и пациентов с ОКС и перенесенным COVID-19, а также с ОКС на фоне COVID-19.

При ОКС на фоне стеноза коронарных сосудов происходит ишемическое повреждение кардиомиоцитов, которое, в свою очередь, приводит к нарушению сократительной функции миокарда и развитию СН.

Маркерами СН являются эхокардиографические (КДОЛЖ, КСОЛЖ и ФВЛЖ) и биохимические показатели (hsTnT, NT-proBNP). Показано, что ОКС сопровождается снижением ФВЛЖ, и повышением КДОЛЖ и КСОЛЖ [6, 8].

hsTnT является классическим маркером повреждения кардиомиоцитов. Увеличение его значений выше 100 нг/мл указывает на повреждение кардиомиоцитов. При его мониторинге у пациентов с ОКС: отрицательная динамика (повышение его значений и/или стабильно высокие значения на фоне проводимой терапии) указывает на неблагоприятный исход заболевания; положительная динамика (снижение его значения на фоне проводимой терапии) – на благоприятный исход [14, 15, 16, 17].

NT-proBNP является классическим маркером СН. Увеличение его значений выше 125 пг/мл свидетельствует о развитии СН. Образование NT-proBNP происходит в несколько этапов: сначала в кардиомиоцитах сердца образуется предшественник NT-proBNP – proBNP (pro-brain natriuretic peptide (про-мозговой натрийуретический пептид)), который под действием фурина расщепляется на BNP (brain natriuretic peptide, мозговой натрийуретический пептид) и NT-proBNP. NT-proBNP, в отличие от BNP, не обладает гормональными эффектами. Они синтезируются в норме. При развитии патологических процессов (ишемия, повышение давление в камерах сердца и /или их растяжение), сопровождающихся СН, синтез их в кардиомиоцитах и, соответственно, секреция в кровь увеличивается. Показано, что значения NT-proBNP ниже 691 пг/мл указывали на благоприятный исход заболевания, двух-, трехкратное увеличение его значений – на неблагоприятный исход [18, 19, 20, 21, 22, 23].

В то же время данные о диагностическом и прогностическом значении эхокардиографических и биохимических показателей у больных с ОКС противоречивы [6, 8]. В связи с этим был проведен анализ этих показателей при данной патологии, который выявил, что из эхокардиографических показателей отмечалось снижение ФВЛЖ только у 15 (42,86 %) пациентов, что указывало на развитие СН. При поступлении значения hsTnT в крови у всех пациентов выше порогового значения (более 100 нг/мл), медиана составила 335,0 нг/мл [200; 422], что свидетельствовало об ишемическом характере повреждения кардиомиоцитов. Значения NT-proBNP в крови у всех пациентов были выше порогового значения (более 125 пг/мл), медиана составила 193,6 пг/мл [141,2; 280,2], что указывало на развитие СН.

Для уточнения роли hsTnT и NT-proBNP в развитии патологических процессов (ишемии и СН) провели корреляционный анализ между изучаемыми показателями (табл. 2). Анализ выявил только одну статистически значимую корреляцию между дооперационными значениями ФВЛЖ и дооперационным уровнем NT-proBNP ( $r = -0,53$ ).

Таблица 2. Результаты корреляционного анализа (r) между эхокардиографическими и биохимическими показателями у пациентов с ОКС  
 Table 2. Results of correlation analysis (r) between echocardiographic and biochemical parameters in patients with acute coronary syndrome

Показатели	КСОЛЖ	КДОЛЖ	ФВЛЖ
hsTnT	-0,04	+0,09	-0,11
NT-proBNP	-0,007	+0,09	-0,53

Ряд авторов полагает [11], что NT-proBNP является маркером повреждения кардиомиоцитов. Для уточнения данных, имеющихся в литературе, был проведен корреляционный анализ между NT-proBNP и hsTnT, результаты представлены на рисунке.

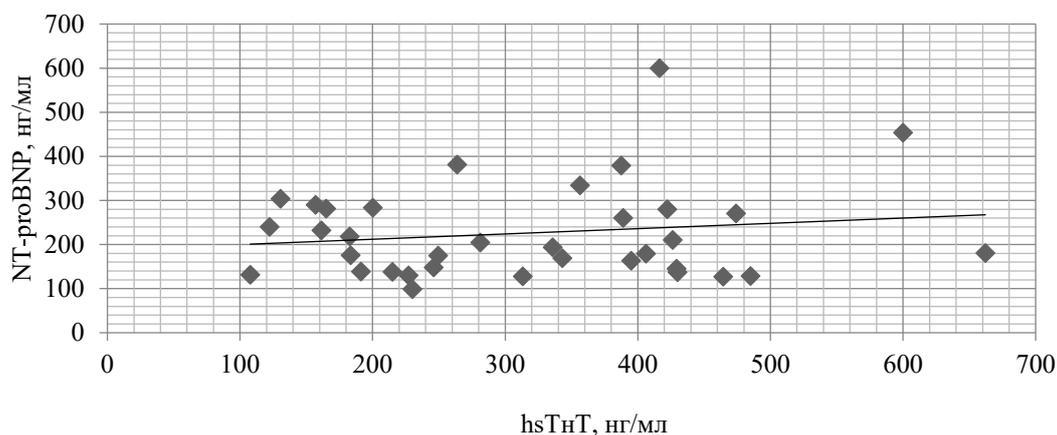


Рис. Корреляция между дооперационными значениями hsTnT и NT-proBNP у пациентов с ОКС  
 Fig. Correlation between preoperative hsTnT and NT-proBNP values in patients with acute coronary syndrome

Анализ не выявил статистической значимости между биохимическими показателями крови ( $r=+0,15$ ). Таким образом, результаты исследования подтверждают данные о том, что при ОКС первично развивается повреждение кардиомиоцитов, которое сопровождается повышением hsTnT. В результате повреждения кардиомиоцитов отмечается нарушение сократительной функции миокарда, что приводит к снижению ФВЛЖ и повышению NT-proBNP.

**Заключение.** Данные анализа течения острого коронарного синдрома у пациентов после перенесенного COVID-19 предварительны, они требуют дальнейшего изучения и сопоставления. Однако полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Острый коронарный синдром развился у пациентов через 2–8 недель после перенесенного в легкой форме COVID-19.
2. Острый коронарный синдром наиболее часто отмечался у мужчин.
3. Острый коронарный синдром характеризовался Q-образующим инфарктом миокарда, у 25 (68,6 %) пациентов выявлено однососудистое поражение коронарных артерий, у 10 (31,4 %) человек – многососудистое поражение коронарных артерий; наиболее часто отмечалось поражение правой коронарной артерии, правой нисходящей артерии и сочетанное поражение правой нисходящей артерии и правой коронарной артерии.
4. Поражение коронарных артерий сопровождалось повышением hsTnT в среднем до 335,0 пг/мл. На фоне повреждения кардиомиоцитов отмечалось развитие СН, о чем свидетельствовали значения NT-proBNP.

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

**Disclosure.** The authors declare that they have no competing interests.

**Вклад авторов.** Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

**Authors' contribution.** The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

**Funding source.** The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

#### Список источников

1. Бойцов С. А. Грипп, новая коронавирусная инфекция и сердечно-сосудистые заболевания // Кардиологический вестник. 2021. Т. 16, № 1. С. 5–10.
2. Романов Ю. А. SARS-CoV-2, Covid-19 и сердечно-сосудистые осложнения: взгляд с позиции сосудистого эндотелия // Кардиологический вестник. 2022. Т. 17, № 1. С. 21–28.
3. Сабиров И. С., Муркамилов И. Т., Фомин В. В. Клинико-патогенетические аспекты поражения сердечно-сосудистой системы при новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // The scientific heritage. 2020. № 53–1 (53). С. 10–20.
4. Петрова О. В., Шабанова Г. Р., Никулина Д. М., Шашин С. А., Тарасов Д. Г., Голубкина С. А. Пат. 2712634 Рос. Федерация, МПК G01N33/48 Способ прогнозирования сердечно-сосудистых осложнений у больных ишемической болезнью сердца в сочетании с ишемической митральной недостаточностью. Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России. № 2019127138; заявл. 27.08.2019; опубл. 30.01.2020. Бюл. № 4.
5. Петрова О. В., Шабанова Г. Р., Никулина Д. М., Шашин С. А., Тарасов Д. Г., Голубкина С. А. Пат. 2712629 Рос. Федерация, МПК G01N33/50, A61B5/145 Способ прогнозирования сердечно-сосудистых осложнений у больных ишемической болезнью сердца в сочетании с постинфарктной аневризмой левого желудочка. Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России. № 2019127139; заявл. 27.08.2019; опубл. 30.01.2020. Бюл. № 4.
6. Barragán A., Lacalzada J., de la Rosa A., De Vera A. M., Duque A., Perera C., Lara A., Laynez I. Relationship between slightly elevated NT-proBNP and alterations in diastolic function detected by echocardiography in patients without structural heart disease // International journal of cardiology. 2008. Vol. 129, no. 3. P. 430–432. doi: 10.1016/j.ijcard.2007.06.097.
7. Lang R. M., Badano L. P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F. A., Foster E., Goldstein S. A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M. H., Rietzschel E. R., Rudski L., Spencer K. T., Tsang W., Voigh J. U. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults : an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // Journal of the American Society of Echocardiography. 2015. Vol. 28, no. 1. P. 1–39e14. doi:10.1016/j.echo.2014.10.003.
8. Шрейдер Е. В., Шахнович Р. М., Босых Е. Г., Руда М. Я. Особенности динамики и прогностическая ценность определения уровня N-концевого предшественника мозгового натрийуретического пептида при различных вариантах лечения больных с острым коронарным синдромом // Кардиология. 2010. № 2. С. 15–20.
9. Петрова О. В., Твердохлебова Д. К., Никулина Д. М., Тарасов Д. Г. Место серологических тест-систем для выявления антител к Sars-COV-2 в экстренной кардиохирургии // Медицинский алфавит. 2021. № 3. С. 18–22.
10. Bergmark B. A., Mathenge N., Merlini P. A., Lawrence-Wright M. B., Giugliano R. P. Acute coronary syndromes // Lancet. 2022. Vol. 399, no. 10332. P. 1347–1358. doi: 10.1016/S0140-6736(21)02391-6.
11. Inciardi R M., Lupi L., Zaccone G., Italia L., Raffo M., Tomasoni D., Cani D. S., Cerini M., Farina D., Gavazzi E., Maroldi R., Adamo M., Ammirati E., Sinagra G., Lombardi C. M., Metra M. Cardiac Involvement in a Patient with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) // JAMA cardiology. 2020. Vol. 5, no. 7. P. 819–824. doi:10.1001/jamacardio.2020.1096.
12. Zhao X. Y., Li J. X., Tang X. F., Xu J. J., Song Y., Jiang L., Chen J., Song L., Gao L. J., Gao Z., Qiao S. B., Yang Y. J., Gao R. L., Xu B., Yuan J. Q. Prognostic value of NT-proBNP in stable coronary artery disease in Chinese patients after percutaneous coronary intervention in the drug-eluting stent era // Biomedical and environmental sciences: BES. 2018. Vol. 31, no. 12. P. 859–866. doi: 10.3967/bes2018.117.
13. Radwan H., Selem A., Ghazal K. Value of N-terminal pro brain natriuretic peptide in predicting prognosis and severity of coronary artery disease in acute coronary syndrome // Journal of the Saudi Heart Association. 2014. Vol. 26, no. 4. P. 192–198. doi: 10.1016/j.jsha.2014.04.004.
14. Петрова О. В., Мотрева А. П., Тарасов Д. Г. Дооперационные уровни аминотерминального промозгового натрийуретического пептида у кардиохирургических больных // Астраханский медицинский журнал. 2013. Т. 8, № 3. С. 74–79.
15. Петрова О. В., Егорова Т. Г., Шабанова Г. Р., Бренцис З. Ю. Динамика тропонина Т, фракции МВ креатинфосфокиназы и миоглобина у пациентов с ишемической болезнью сердца после коронарного шунтирования на работающем сердце // Астраханский медицинский журнал. 2012. Т. 7, № 2. С. 83–86.
16. Неверова Ю. Н., Тарасов Р. С., Нагирияк О. А. Основные предикторы госпитальных неблагоприятных исходов у пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST при многососудистом поражении коронарного русла // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2018. Т. 17, № 4. С. 19–25.
17. Arcari A., Luciani M., Cacciotti L., Musumeci M. B., Spuntarelli V., Pistella E., Martolini D., Manzo D., Pucci M., Marone C., Melandri S., Ansalone G., Santini C., Martelletti P., Volpe M., De Biase L. Incidence and determinants of high-sensitivity troponin and natriuretic peptides elevation at admission in hospitalized COVID-19 pneumonia patients // Internal and emergency medicine. 2020. Vol. 15, no. 8. P. 1467–1476. doi:10.1007/s11739-020-02498-7.

18. de Falco R., Vargas M., Palma D., Savoia M., Miscioscia A., Pinchera B., Vano M., Servillo G., Gentile I., Fortunato G. B-Type Natriuretic Peptides and high-sensitive troponin I as COVID-19 survival factors : which one is the best performer // *Journal of Clinical Medicine*. 2021. Vol. 10, no. 12. P. 2726. doi: 10.3390/jcm10122726.
19. De Michieli L., Ola O., Knott J. D., Akula A., Mehta R. A., Hodge D. O., Dworak M., Yang E. H., Ghara-cholou M., Singh G., Singh R., Gulati R., Jaffe A. S., Sandoval Y. High-Sensitivity Cardiac Troponin T for the Detection of Myocardial Injury and risk stratification in COVID-19 // *Clinical Chemistry*. 2021. Vol. 67, no. 8. P. 1080–1089. doi: 10.1093/clinchem/hvab062.
20. Garg P., Morris P., Fazlanie A. L., Vijayan S., Dancso B., Dastidar A. G., Plein S., Mueller C., Haaf P. Cardiac biomarkers of acute coronary syndrome : from history to high-sensitivity cardiac troponin // *Internal and Emergency Medicine*. 2017. Vol. 12, no. 2. P. 147–155. doi: 10.1007/s11739-017-1612-1.
21. Кивва В. Н., Абрамова Т. Н. Патогенез сердечной недостаточности // *Астраханский медицинский журнал*. 2009. Т. 4, № 1. С. 73–81.
22. Lippi G., Lavie C. J., Sanchis-Gomar F. Cardiac troponin I in patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) : Evidence from a meta-analysis // *Progress in cardiovascular diseases*. 2020. Vol. 63, no. 3. P. 390–391. doi: 10.1016/j.pcad.2020.03.001.
23. Perrone M. A., Spolaore F., Ammirabile M., Romeo F., Caciagli P., Ceriotti F., Bernardini S. The assessment of high sensitivity cardiac troponin in patients with COVID-19 : A multicenter study // *International journal of cardiology. Heart & vasculature*. 2021. Vol. 32. P. 100715. doi: 10.1016/j.ijcha.2021.100715.

### References

1. Boytsov S. A. Influenza, novel coronavirus infection and cardiovascular disease. *Kardiologicheskiy vestnik = Russian Cardiology Bulletin*. 2021; 16 (1): 5–10 (in Russ).
2. Romanov Yu. A. SARS-CoV-2, Covid-19 and cardiovascular complications from the position of vascular endothelium. *Kardiologicheskiy Vestnik = Russian Cardiology Bulletin*. 2022; 17 (1): 21–28 (in Russ).
3. Sabirov I. S., Murkamilov I. T., Fomin V. V. Clinical and pathogenetic aspects of damage to the cardiovascular system in a new coronavirus infection (COVID-19). *The scientific heritage*. 2020; (53-1 (53)): 10–20 (in Russ).
4. Petrova O. V., Shabanova G. R., Nikulina D. M., Shashin S. A., Tarasov D. G., Golubkina S. A. Method for predicting cardiovascular complications in patients with ischemic heart disease in combination with ischemic mitral insufficiency. Patent PF, no. 2712634, 2019 (in Russ).
5. Petrova O. V., Shabanova G. R., Nikulina D. M., Shashin S. A., Tarasov D. G., Golubkina S. A. Method for predicting cardiovascular complications in patients with ischemic heart disease in combination with postinfarction left ventricular aneurysm. Patent PF, no. 2712629, 2019 (in Russ).
6. Barragán A., Lcalzada J., de la Rosa A., De Vera AM., Duque A., Perera C., Lara A., Laynez I. Relationship between slightly elevated NT-proBNP and alterations in diastolic function detected by echocardiography in patients without structural heart disease. *Int J Cardiol*. 2008; 129 (3): 430–2. doi: 10.1016/j.igcard.2007.06.097.
7. Lang R. M., Badano L. P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F. A., Foster E., Goldstein S. A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M. H., Rietzschel E. R., Rudski L., Spencer K. T., Tsang W., Voigh J. U. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2015; 28 (1): 1–39e14. doi:10.1016/j.echo.2014.10.003.
8. Shreider E. V., Shakhnovitch R. M., Bosykh E. G., Ruda M. YA. Peculiarities of dynamics and prognostic value of NT-proBNP level in different variants of treatment of patients with acute coronary syndrome. *Kardiologiya = Cardiology*. 2010; 2: 15–20 (in Russ).
9. Petrova O. V., Tverdokhlebova D. K., Nikulina D. M., Tarasov D. G. Place of serological test-systems for detection of antibodies to SARS-CoV2 in emergency cardiac surgery. *Meditinskiiy alfavit = Medicalalphabet*. 2021; (13): 18–21 (in Russ).
10. Bergmark B. A., Mathenge N., Merlini P. A., Lawrence-Wright M. B., Giugliano R. P. Acute coronary syndromes. *Lancet*. 2022; 399 (10332): 1347–1358. doi: 10.1016/S0140-6736(21)02391-6.
11. Inciardi R. M., Lupi L., Zaccone G., Italia L., Raffo M., Tomasoni D., Cani D. S., Cerini M., Farina D., Gavazzi E., Maroldi R., Adamo M., Ammirati E., Sinagra G., Lombardi C. M., Metra M. Cardiac Involvement in a Patient with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA cardiology*. 2020; 5 (7): 819–824. doi:10.1001/jamacardio.2020.1096.
12. Zhao X. Y., Li J. X., Tang X. F., Xu J. J., Song Y., Jiang L., Chen J., Song L., Gao L. J., Gao Z., Qiao S. B., Yang Y. J., Gao R. L., Xu B., Yuan J. Q. Prognostic value of NT-proBNP in stable coronary artery disease in Chinese patients after percutaneous coronary intervention in the drug-eluting stent era. *Biomedical and environmental sciences : BES*. 2018; 31 (12): 859–866. doi: 10.3967/bes2018.117.
13. Radwan H., Selem A., Ghazal K. Value of N-terminal pro brain natriuretic peptide in predicting prognosis and severity of coronary artery disease in acute coronary syndrome. *Journal of the Saudi Heart Association*. 2014; 26 (4): 192–8. doi: 10.1016/j.jsha.2014.04.004.
14. Petrova O. V., Motreva A. P., Tarasov D. G. Preoperative of N-terminal pro-brain natriuretic in cardiosurgical patients. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal = Astrakhan Medical Journal*. 2013; 8(3): 74–79 (in Russ).

15. Petrova O. V., Egorova T. G., Shabanova G. R., Brentsis Z. Yu. The dynamics of troponin T, fractions MB creatine phosphate kinase and myoglobin in patients with ischemic heart disease after coronary bypass crafting on the working. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal = Astrakhan Medical Journal*. 2012; 7 (2): 83–86 (in Russ).
16. Neverova Yu. N., Tarasov R. S., Nagirnyak O. A. Main predictors of in-hospital adverse outcomes in non-ST elevation acute coronary syndrome patients with multiverse disease. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular therapy and prevention*. 2018; 17 (4): 19–25 (in Russ).
17. Arcari L., Luciani M., Cacciotti L., Musumeci M. B., Spuntarelli V., Pistella E., Martolini D., Manzo D., Pucci M., Marone C., Melandri S., Ansalone G., Santini C., Martelletti P., Volpe M., De Biase L. Incidence and determinants of high-sensitivity troponin and natriuretic peptides elevation at admission in hospitalized COVID-19 pneumonia patients. *Internal and emergency medicine*. 2020; 15 (8): 1467–1476. doi:10.1007/s11739-020-02498-7.
18. de Falco R., Vargas M., Palma D., Savoia M., Miscioscia A., Pinchera B., Vano M., Servillo G., Gentile I., Fortunato G. B-Type Natriuretic Peptides and high-sensitive troponin I as COVID-19 survival factors: which one is the best performer. *Journal of Clinical Medicine*. 2021; 10 (12): 2726. doi: 10.3390/jcm10122726.
19. De Minchieli L., Ola O., Knott J. D., Akula A., Mehta R.A., Hodge D. O., Dworak M., Yang E. H., Ghara-cholou M., Singh G., Singh R., Gulati R., Jaffe A. S., Sandoval Y. High-Sensitivity Cardiac Troponin T for the Detection of Myocardial Injury and risk stratification in COVID-19. *Clinical Chemistry*. 2021; 67(8): 1080–1089. doi: 10.1093/clinchem/hvab062.
20. Garg P., Morris P., Fazlanie A. L., Vijayan S., Dancso B., Dastidar A. G., Plein S., Mueller C., Haaf P. Cardiac biomarkers of acute coronary syndrome : from history to high-sensitivity cardiac troponin. *Internal and Emergency Medicine*. 2017; 12 (2): 147–155. doi: 10.1007/s11739-017-1612-1.
21. Kivva V.N., Abramova T.N. Pathogenesis of heart failure. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal = Astrakhan Medical Journal*. 2019; 4 (1): 73–81 (in Russ).
22. Lippi G., Lavie C. J., Sanchis-Gomar F. Cardiac troponin I in patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) : Evidence from a meta-analysis. *Progress in cardiovascular diseases*. 2020; 63 (3): 390–391. doi: 10.1016/j.pcad.2020.03.001.
23. Perrone M. A., Spolaore F., Ammirabile M., Romeo F., Caciagli P., Ceriotti F., Bernardini S. The assessment of high sensitivity cardiac troponin in patients with COVID-19 : A multicenter study. *International journal of cardiology. Heart & vasculature*. 2021; 32: 100715. doi: 10.1016/j.ijcha.2021.100715.

### **Информация об авторах**

**О.В. Петрова**, доктор медицинских наук, заведующая клинико-диагностической лабораторией, Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Астрахань, Россия, e-mail: students\_asma@mail.ru.

**Д.К. Твердохлебова**, врач клинической лабораторной диагностики, Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Астрахань, Россия, e-mail: tverdiana@mail.ru.

**Г.Р. Шабанова**, врач клинической лабораторной диагностики, Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Астрахань, Россия, e-mail: shgr81@yandex.ru.

**Д.М. Никулина**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой биологической химии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, e-mail: post@astgmu.ru.

**С.А. Шашин**, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры хирургических болезней стоматологического факультета, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, e-mail: shashin\_sergey@mail.ru.

### **Information about the authors**

**O.V. Petrova**, Dr. Sci. (Med.), Head of Laboratory, Federal Center of Cardiovascular Surgery, Astrakhan, Russia, e-mail: students\_asma@mail.ru.

**D.K. Tverdokhlebova**, physician clinical laboratory diagnostics, Federal Center of Cardiovascular Surgery, Astrakhan, Russia, e-mail: tverdiana@mail.ru.

**G.R. Shabanova**, physician clinical laboratory diagnostics, Federal Center of Cardiovascular Surgery, Astrakhan, Russia, e-mail: shgr81@yandex.ru.

**D. M. Nikulina**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, e-mail: post@astgmu.ru.

**S.A. Shashin**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor of Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, e-mail: shashin\_sergey@mail.ru.\*

---

\* Статья поступила в редакцию 30.06.2022; одобрена после рецензирования 01.12.2022; принята к публикации 19.12.2022.

The article was submitted 30.06.2022; approved after reviewing 01.12.2022; accepted for publication 19.12.2022.