

УДК 616-005.8

DOI: <https://doi.org/10.17816/mechnikov628296>

# Особенности острого коронарного синдрома после COVID-19 в аспекте легочной гипертензии

Г. Дуларидзе, С.А. Сайганов, И.Н. Кочанов, В.В. Склярова, Т.Я. Бурак, А.Л. Каледин

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** После выписки из инфекционного стационара у пациентов, перенесших COVID-19, появляются новые факторы риска. На фоне клинически не проявленного поражения коронарных артерий эти факторы приводят к изменению кардиопульмональных взаимодействий, то есть увеличению постнагрузки на правый желудочек вследствие повышения давления в легочной артерии, изменению легочного сосудистого сопротивления. Можно предполагать, что наличие такого спектра проблем влияет на выраженность одышки и развитие целого ряда патогенетических событий (легочной гипертензии, правожелудочковой недостаточности, субэндокардиальной ишемии), способных, в свою очередь, определить исход послеоперационного периода.

**Цель** — выявить особенности острого коронарного синдрома после COVID-19 с учетом ангиографических данных поражения коронарных артерий и гемодинамических проявлений легочной гипертензии.

**Материалы и методы.** Проведен сравнительный анализ клинических и гемодинамических последствий COVID-19 и развития острого коронарного синдрома у 157 пациентов. В группу 1 включены 69 пациентов, перенесших COVID-19 (вакцинированных — 24,6 %) в течении 6 мес., предшествующих острому коронарному синдрому, в группу 2 — 88 пациентов без COVID-19 в анамнезе (вакцинированных — 42 %). Электрокардиограмма в 12 отведениях использована в диагностике субэндокардиальной ишемии при остром коронарном синдроме. Проанализировано смещение сегмента ST в отведении aVR.

**Результаты.** После COVID-19 одышка имела место у 52 % больных, а без перенесенной инфекции — у 14,8 % пациентов. При этом у 42 % больных группы 1 и 10,2 % группы 2 выявлены эхокардиографические признаки перегрузки правого желудочка. После COVID-19 у 58 % пациентов группы 1 и 10,2 % группы 2 среднее давление в легочной артерии было повышенным в интервале 20–24 мм рт. ст., высокое давление в интервале 25–36 мм рт. ст. отмечено у 29 % пациентов группы 1 и 2,3 % пациентов группы 2. Среднее значение фракции выброса левого желудочка у больных, перенесших COVID-19, составило  $55,9 \pm 14$  %, что было меньше, чем в группе контроля ( $63,2 \pm 5,5$  %;  $p < 0,001$ ). Отдельной проблемой оказалась высокая частота развития субэндокардиальной ишемии, оцененной по подъему сегмента ST в отведении aVr: в группе 1 у 40,6 % пациентов, в группе 2 — у 11,4 % ( $\chi^2 = 17,9$ ;  $p < 0,001$ ), из них в группе 1 — у 17,6 % вакцинированных и 48,1 % невакцинированных ( $\chi^2 = 4,9$ ;  $p = 0,027$ ), в группе 2 — у 8,1 % вакцинированных и 13,7 % невакцинированных ( $\chi^2 = 0,7$ ;  $p = 0,41$ ). Всем пациентам имплантированы стенты с лекарственным покрытием в инфаркт-зависимую артерию. После стентирования рецидива болевого синдрома или дальнейшего усиления боли в груди не наблюдали.

**Выводы.** После COVID-19 у 58 % пациентов повышается среднее давление в легочной артерии в интервале от 20 до 24 мм рт. ст. и в интервале от 25 до 36 мм рт. ст. у 29 %. Основным механизмом острого коронарного синдрома после COVID-19 — атеротромбоз. Особенностью острого коронарного синдрома после коронавирусной инфекции является повышение давления в легочной артерии вследствие поражения легких, что необходимо учитывать при планировании тактики оперативного лечения и ведения в послеоперационном периоде.

**Ключевые слова:** постковидный синдром; острый коронарный синдром; легочная гипертензия; поражение легких; стентирование коронарной артерии.

## Как цитировать

Дуларидзе Г., Сайганов С.А., Кочанов И.Н., Склярова В.В., Бурак Т.Я., Каледин А.Л. Особенности острого коронарного синдрома после COVID-19 в аспекте легочной гипертензии // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. 2024. Т. 16. № 3. С. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.17816/mechnikov628296>

DOI: <https://doi.org/10.17816/mechnikov628296>

# Features of acute coronary syndrome after a COVID-19 in the aspect of pulmonary hypertension

Giorgi Dularidze, Sergey A. Saiganov, Igor N. Kochanov, Viktoriya V. Sklyarova,  
Taras Ya. Burak, Aleksandr L. Kaledin

North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** After recovery from COVID-19 patients may develop new risk factors that lead to changes in cardiopulmonary interactions, i.e. an increase in the afterload on the right ventricle due to increased pressure in the pulmonary artery and change in pulmonary vascular resistance. It can be assumed that the presence of such a spectrum of problems can influence the severity of dyspnea and the development of pathogenetic events (pulmonary hypertension, right ventricular failure, subendocardial ischemia), which in turn can determine the outcome.

**AIM:** To identify the characteristics of acute coronary syndrome after a COVID-19, taking into account angiographic data on coronary artery lesions and hemodynamic manifestations.

**MATERIALS AND METHODS:** A comparative analysis of the clinical and hemodynamic consequences of the COVID-19 and the development of acute coronary syndrome in 157 patients was carried out. The group 1 included 69 patients who had had COVID-19 (vaccinated — 24.6%) during the 6 months preceding acute coronary syndrome; group 2 — 88 patients without a history of COVID-19 (vaccinated — 42%). The 12-lead electrocardiogram has been used in the diagnosis of subendocardial ischemia in acute coronary syndrome. The ST segment displacement in lead aVR was analyzed.

**RESULTS:** After COVID-19, dispnoea occurred in 52% of the patients and in 14.8% without previous infection. Echocardiographic signs of right ventricular overload were present in 42% of the patients in group 1 and 10.2% in group 2. The mean pressure in the pulmonary artery was increased after COVID-19 in 58% of the patients in group 1 and in 10.2% of group 2 in the range from 20 to 24 mm Hg and in the range from 25 to 36 mm Hg in 29% of the patients in group 1 and 2.3% of the patients in group 2. The average value of left ventricular ejection fraction in the patients who had had COVID-19 was  $55.9 \pm 14\%$ , which was less than in the patients in the control group ( $63.2 \pm 5.5\%$ ;  $p < 0.001$ ). ST segment elevation in lead aVr indicated high incidence of subendocardial ischemia. 40.6% in group 1, and 11.4% in group 2 ( $\chi^2 = 17.9$ ;  $p < 0.001$ ); in group 1 vaccinated — 17.6%, and not vaccinated — 48.1% ( $\chi^2 = 4.9$ ;  $p = 0.027$ ), in group 2 vaccinated — 8.1%, and not vaccinated — 13.7% ( $\chi^2 = 0.7$ ;  $p = 0.41$ ). All the patients had drug-eluting stents implanted in the infarct-related artery. After stenting, no recurrence of pain or further increase in chest pain was observed.

**CONCLUSIONS:** After coronavirus infection COVID-19, 58% of patients have increased mean pressure in the pulmonary artery in the range from 20 to 24 mm Hg and in the range from 25 to 36 mm Hg in 29%. Atherothrombosis is the main mechanism of acute coronary syndrome after COVID-19 coronavirus infection. The main feature of acute coronary syndrome after a coronavirus infection COVID-19 is increased pressure in the pulmonary artery after a lung injury, which must be taken into account when planning surgical treatment tactics and management tactics in the postoperative period.

**Keywords:** postcovid syndrome; acute coronary syndrome; pulmonary hypertension; lung damage; coronary artery stenting.

## To cite this article

Dularidze G, Saiganov SA, Kochanov IN, Sklyarova VV, Burak TYa, Kaledin AL. Features of acute coronary syndrome after a COVID-19 in the aspect of pulmonary hypertension. *Herald of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov*. 2024;16(3):27–35. DOI: <https://doi.org/10.17816/mechnikov628296>

Received: 03.03.2024

Accepted: 22.04.2024

Published online: 30.09.2024

## ОБОСНОВАНИЕ

Легочную гипертензию после COVID-19 определяет совокупность патофизиологических звеньев (нарушение релаксации желудочков, объемные нарушения и дисфункция эндотелия) [1, 2]. В значительной мере это мультидисциплинарная проблема [12]. По данным регистра АКТИВ, 79,1 % пациентов, выписанных из стационара после COVID-19, в течении 6 мес. обращались за внеплановой помощью [3]. Основными причинами оказались дестабилизация ишемической болезни сердца и декомпенсация хронической сердечной недостаточности (ХСН). А.А. Соколов и соавт. в обзоре, посвященном ХСН, указали: «Если принять за основополагающее определение диастолической ХСН (ХСН с сохраненной фракцией выброса левого желудочка), — то под данное определение попадает много клинических ситуаций: гипертоническая болезнь, нарушения ритма сердца, анемия, тахикардии, гипертрофическая и рестриктивная кардиомиопатии, болезни перикарда, гиповолемия, ожирение и сахарный диабет, как самостоятельно, так и в ассоциациях» [12]. Одышка при физической нагрузке разной интенсивности или даже в покое с сохраненной фракцией выброса левого желудочка характерна для многих людей, включая миллионы физически не тренированных лиц, сидевших дома в период пандемии. Одно из существующих объяснений одышки при диастолической ХСН основано на факте повышения давления в малом круге кровообращения [4]. У больных ишемической болезнью сердца в сочетании с ХСН и сохраненной фракцией выброса нарушены диастолические свойства левого желудочка, неэффективен механизм Франка – Старлинга, нет достаточного объема наполнения левого желудочка, повышается как системное, так и легочное давление [34, 35]. Из вышеуказанных данных регистра АКТИВ и представлений ведущих специалистов

следует, что проблему лечения острого коронарного синдрома (ОКС) после COVID-19 необходимо решать в плоскости совершенствования ранней диагностики с учетом особенностей поражения эндотелия сосудов малого круга кровообращения как последствия инфицирования вирусом SARS-CoV-2 [3].

**Цель** — выявить особенности ОКС после COVID-19 с учетом ангиографических данных поражения коронарных артерий и гемодинамических проявлений легочной гипертензии.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

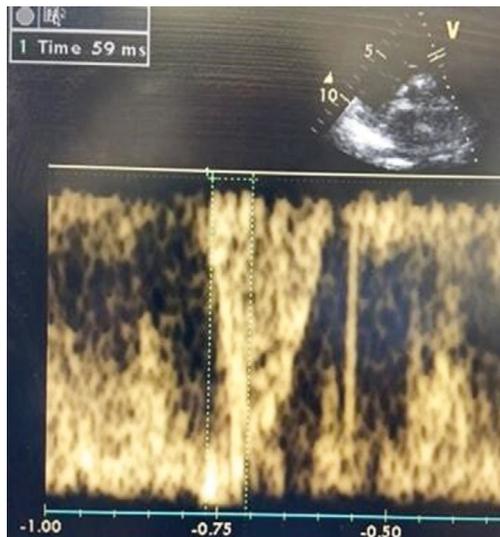
Проведен сравнительный анализ клинических и гемодинамических последствий COVID-19 и развития ОКС у 157 пациентов. В группу 1 включены 69 пациентов, перенесших COVID-19 (вакцинированных — 24,6 %) в течение 6 мес., предшествующих ОКС, в группу 2 — 88 пациентов без COVID-19 в анамнезе (вакцинированных — 42 %). Общая характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Среднее давление в легочной артерии определяли по времени ускорения потока в выносящем тракте правого желудочка, как показано на рис. 1. Пульсовая волна в выносящем тракте правого желудочка обычно обладает куполообразной формой, но у пациентов с легочной гипертензией наблюдают ее быстрый подъем до пика, что приводит к более короткому времени ускорения [6]. Качество сигнала очень важно, и для повышения точности исследования использована максимальная скорость развертки. Время ускорения в выносящем тракте правого желудочка измеряли от начала потока до его пиковой скорости. Среднее давление в легочной артерии ( $p_{\text{ЛА}}$ ) рассчитывали по формуле:  $p_{\text{ЛА}} = 90 - 0,62t$ , где  $t$  — время ускорения потока в выводном отделе правого желудочка (рис. 1). При наличии трикуспидальной

**Таблица 1.** Характеристика пациентов ( $n = 157$ )

**Table 1.** Patient characteristics ( $n = 157$ )

Показатель	Группа 1 ( $n = 69$ )	Группа 2 ( $n = 88$ )	Значение $p$
Женский пол, $n$ (%)	28 (40,6)	32 (36,4)	0,59
Средний возраст (95 % доверительный интервал), лет	63,9 (60,7–67,1)	65,1 (63,1–67,2)	0,49
Артериальная гипертензия, $n$ (%)	24 (34,8)	19 (21,6)	0,07
Сахарный диабет, $n$ (%)	14 (20,3)	9 (10,2)	0,11
Хроническая обструктивная болезнь легких, $n$ (%)	6 (8,7)	15 (17,0)	0,16
Цереброваскулярная патология, $n$ (%)	12 (17,4)	9 (10,2)	0,24
Вариант и локализация поражения коронарных артерий			
Поражение однососудистое	61 (88,4)	80 (90,9)	0,6
Передняя межжелудочковая ветвь, $n$ (%)	36 (52,2)	29 (33,0)	0,022
Огибающая ветвь, $n$ (%)	11 (15,9)	10 (11,4)	0,18
Правая коронарная артерия, $n$ (%)	23 (33,3)	37 (42)	0,32
Диагональная ветвь, $n$ (%)	4 (5,8)	3 (3,4)	0,5
Ствол левой коронарной артерии, $n$ (%)	4 (5,8)	6 (6,8)	0,8



**Рис. 1.** Измерение времени ускорения потока в выносящем тракте правого желудочка

**Fig. 1.** Measurement of flow acceleration time in the outflow tract of the right ventricle

регургитации среднее давление в легочной артерии определяли по интегралу скорости и времени регургитации. Затем добавляли давление в правом предсердии для расчета среднего давления в легочной артерии. Среднее легочное давление, измеренное этим методом, тесно коррелирует с измеренным инвазивно катетером [6]. Среднее давление в легочной артерии на основе интеграла времени и потока трикуспидальной регургитации рассчитывали по следующей формуле:  $p_{\text{ЛА}} = \Delta P + p_{\text{ПП}}$ , где  $\Delta P$  — средний градиент трикуспидальной регургитации;  $p_{\text{ПП}}$  — давление в правом предсердии.

Пациенты оперированы с имплантацией стентов с лекарственным покрытием в синдром-связанную артерию в период 2021–2022 гг. в клинике СЗГМУ им. И.И. Мечникова (Санкт-Петербург). Из 157 пациентов, оперированных по поводу ОКС, доля выживших и выписанных из клиники составила 100 %. Отдаленные результаты отслежены у 151 (96,2 %) пациента в сроки до 2 лет после вмешательства. Критерии верификации COVID-19: положительный результат на наличие РНК SARS-CoV-2 при полимеразной цепной реакции,

клиническая картина заболевания, данные компьютерной томографии легких. В ходе исследования оценивали следующие показатели: данные электрокардиограммы, выраженность сердечной недостаточности, вариант и локализацию поражения коронарных артерий, объем поражения легких (по данным компьютерной томографии), структуру факторов риска. Жалобы и симптомы оценивали согласно рекомендациям Европейской Ассоциации кардиологов. Характеристика пациентов и структура поражения коронарных артерий представлены в табл. 1. Интервенционная имплантация стентов осуществлена по стандартной методике с использованием внутрисосудистой визуализации.

Статистический анализ данных проведен с помощью SPSS Statistics 22. Данные, не соответствующие закону нормального распределения представлены в виде медианы ( $Me$ ), минимального и максимального значений, а также нижнего ( $Q_1$ ) и верхнего ( $Q_3$ ) квартилей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ структуры клинических проявлений сердечной недостаточности показал, что после COVID-19 одышка имела место у 52 % больных, а без перенесенной инфекции — у 14,8 % [отношение шансов (ОШ) 2,6; 95 % доверительный интервал (ДИ) 2,0–6,1]. При этом у 42 % больных группы 1 и 10,2 % пациентов группы 2 выявлены эхокардиографические признаки перегрузки правого желудочка (ОШ 2,8; 95 % ДИ 1,6–5,0). Эти признаки не проявлялись увеличением печени или набуханием шейных вен, но сопровождалось повышением среднего давления в легочной артерии. После COVID-19 у 58 % пациентов группы 1 и 10,2 % больных группы 2 среднее давление в легочной артерии было повышенным в интервале от 20 до 24 мм рт. ст. (ОШ 3,9; 95 % ДИ 2,2–7,3) и высоким в интервале от 25 до 36 мм рт. ст. у 29 % пациентов группы 1 и 2,3 % пациентов группы 2 (ОШ 7,0; 95 % ДИ 1,9–36,4). Показатели среднего давления в легочной артерии вместе с основными эхокардиографическими параметрами представлены в табл. 2.

В исследовании выявлено, что факт перенесенной COVID-19 влиял на уровень среднего давления в легочной

**Таблица 2.** Основные эхокардиографические показатели в группах ( $n = 157$ )

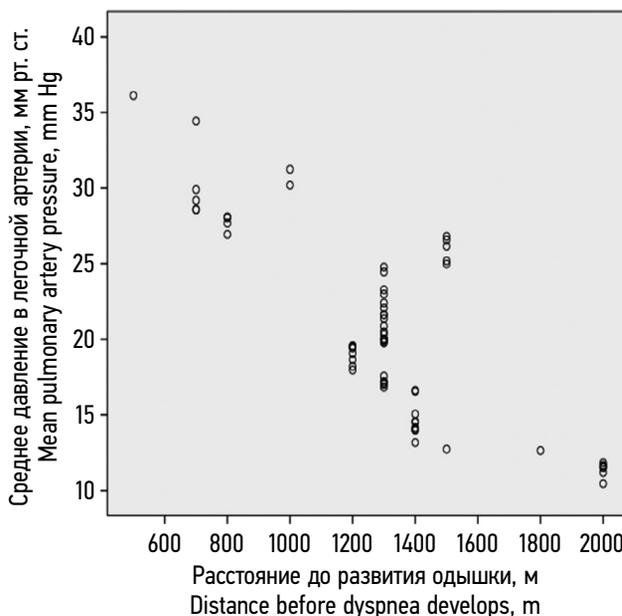
**Table 2.** Main echocardiographic parameters in the groups ( $n = 157$ )

Показатель	Группа	Значение				
		нижний квартиль	медиана	верхний квартиль	минимальное	максимальное
Давление в легочной артерии (среднее), мм рт. ст.	1	13	21	25,5	12	35
	2	13	13	15	11	26
Фракция выброса левого желудочка, %	1	40,9	63,5	67,9	34	77
	2	59,9	60,1	67,3	41	76
Индекс конечно-диастолического объема левого желудочка, мл/м <sup>2</sup>	1	42,2	46,1	51,9	38,4	62,2
	2	49,9	49,8	53,6	37,8	62,6

артерии ( $\chi^2 = 17$ ;  $p = 0,001$ ). Медиана этого показателя в группе 1 составила 21 мм рт. ст., в группе 2 — 13 мм рт. ст. Сравнение средних значений фракции выброса левого желудочка у больных двух групп показало отсутствие существенных различий (у перенесших COVID-19 медиана показателя составила 63,5, у не перенесших инфекцию — 60,1 ( $Z = -1,6$ ;  $p = 0,114$ )).

Одышку оценивали в метрах ходьбы по прямой без остановки и по шкале Борга. Тяжелого течения заболевания с клинически проявленной ХСН в исследовании не было, у пациентов не отмечены выраженные проявления сердечной недостаточности до эпизода COVID-19. За точку разделения шкалы Борга брали необходимость остановиться при ходьбе нормальным темпом более 500–700 м (несколько тяжелую одышку), остальные данные пациенты вносили в таблицу. Оценка в метрах оказалась более эффективной из-за особенностей исследуемых больных, на рис. 2 представлены данные в метрах ходьбы до развития одышки. У большинства пациентов дестабилизация клинически мало проявленной ишемической болезни сердца произошла после COVID-19. Снижение толерантности к физической нагрузке, выраженное в наличии одышки и утомляемости, коррелирует с гемодинамическими параметрами в малом круге кровообращения. Корреляционный анализ количественных показателей в группе 1 после COVID-19 выявил сильную зависимость между средним давлением в легочной артерии и одышкой (коэффициент корреляции Пирсона 0,795;  $p = 0,0001$ ). Скаттерграмма этой взаимосвязи показана на рис. 2.

По полученным данным, одышка развивалась как последствие повреждения легких и резидуальной легочной гипертензии. Необходимо отметить, что пациенты жаловались на нетипичный для стенокардии болевой синдром, что характерно для легочной гипертензии и перерастяжения правого желудочка, особенно на фоне эпизодов повышения системного артериального давления. Частота развития вазоспастической стенокардии в группе 1 составила 53,6 %, в группе 2 — 15,9 % ( $p < 0,0001$ ). Косвенно это подтверждено отсутствием повышения уровня тропонина при поступлении по поводу ОКС у пациентов после COVID-19. Медиана содержания тропонина при поступлении у этой категории составила 87 нг/мл при преобладании минимальных значений, после стентирования — 494 нг/мл. При поступлении по поводу ОКС пациентов, не переносивших COVID-19, медиана



**Рис. 2.** Статистическая взаимосвязь между одышкой и давлением в легочной артерии (коэффициент корреляции Пирсона 0,795;  $p = 0,0001$ )

**Fig. 2.** Statistical relationship between shortness of breath and pulmonary artery pressure (Pearson correlation coefficient 0.795;  $p = 0.0001$ )

показателя составила 521 нг/мл, после стентирования — 2478 нг/мл. Клинические проявления сердечной недостаточности после COVID-19 до развития ОКС представлены в табл. 3.

Проведен сравнительный анализ результатов коронарограмм у 157 пациентов, поступивших с ОКС. Из них для уточнения данных коронарографии (этиологии поражения, морфологии бляшки, стенки артерии) оптическая когерентная томография и интракоронарное исследование с помощью ультразвука для оптимизации имплантации стента потребовались 36 (52,2 %) пациентам группы 1. В группе 2 эти исследования выполнены у 22 (25 %) пациентов. Оказалось, что во всех случаях причиной развития ОКС был атеротромбоз коронарной артерии.

Данные, представленные в табл. 4, показывают, что минимальное значение гемоглобина у пациентов группы 1 меньше, чем в группе 2, но эти различия не были статистически значимыми. Снижение уровня гемоглобина в группе 1 может быть обусловлено изменениями всасывания железа в тонкой кишке после воспалительного синдрома на фоне COVID-19. Эти данные также учтены

**Таблица 3.** Частота встречаемости симптомов у пациентов до развития острого коронарного синдрома ( $n = 157$ )

**Table 3.** The incidence of symptoms in the patients before acute coronary syndrome ( $n = 157$ )

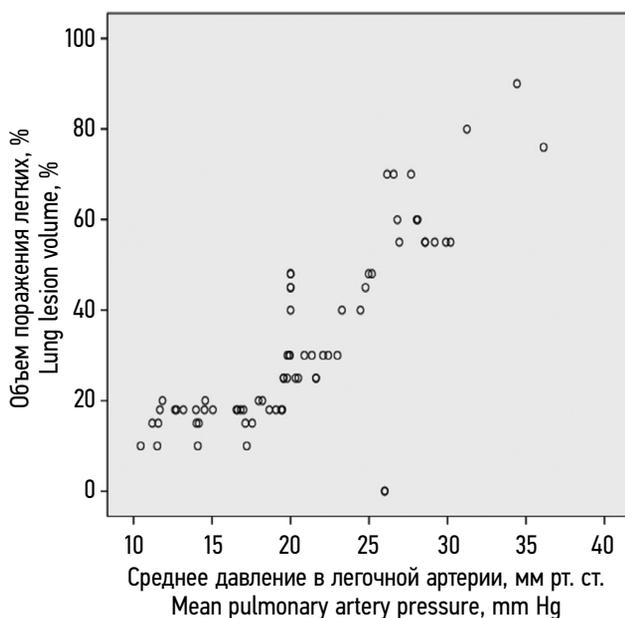
Показатель	Группа 1 ( $n = 69$ ), $n$ (%)	Группа 2 ( $n = 88$ ), $n$ (%)	Отношение шансов (95 % доверительный интервал)
Одышка	36 (52)	13 (14,8)	2,6 (2,0–6,1)
Головокружения	26 (38,2)	5 (5,7)	6,7 (2,7–16,6)
Снижение мотивации и утомляемость	27 (67,5)	13 (32,5)	3,7 (1,7–7,9)

**Таблица 4.** Среднее значение уровня гемоглобина ( $n = 157$ )**Table 4.** Mean hemoglobin level ( $n = 157$ )

Группа	Уровень гемоглобина, г/л				
	нижний квартиль	медиана	верхний квартиль	минимальный	максимальный
1	117	121	135	111	150
2	133	139	145	118	149

для исключения инфаркта миокарда 2-го типа и анемии как причины одышки.

Представленные данные показывают, что на фоне очевидных клинических проявлений ХСН частота развития ОКС с подъемом сегмента ST распределилась следующим образом: в группе 1 он развился у 58,8 % вакцинированных пациентов и 69,2 % невакцинированных ( $\chi^2 = 0,6$ ;  $p = 0,429$ ), в группе 2 — у 48,6 % вакцинированных и 62,7 % невакцинированных ( $\chi^2 = 2,9$ ,  $p = 0,084$ ). Отдельной проблемой оказалась высокая частота развития субэндокардиальной ишемии, оцененной по подъему сегмента ST в отведении aVr: в группе 1 она составила 40,6 %, в группе 2 — 11,4 % ( $\chi^2 = 17,9$ ,  $p < 0,001$ ), из них в группе 1 она выявлена у 17,6 % вакцинированных и 48,1 % не вакцинированных ( $\chi^2 = 4,9$ ,  $p = 0,027$ ), в группе 2 — у 8,1 % вакцинированных и 13,7 % невакцинированных ( $\chi^2 = 0,7$ ,  $p = 0,41$ ). Отношение шансов развития субэндокардиальной ишемии при развитии ОКС с подъемом сегмента ST у пациентов, перенесших COVID-19, составило 5,3 (95 % ДИ 2,4–12,0). ОКС с подъемом ST регистрировали у 47 и 38,6 % пациентов групп 1 и 2 соответственно.



**Рис. 3.** Статистическая взаимосвязь между объемом поражения легких и давлением в легочной артерии (коэффициент корреляции Пирсона 0,81;  $p = 0,0001$ )

**Fig. 3.** Statistical relationship between the volume of lung damage and pressure in the pulmonary artery (Pearson correlation coefficient 0.81;  $p = 0.0001$ )

Объем поражения легких оценивали по данным компьютерной томографии. Медиана значения составила 25 (18–48) % (от 0 до 90 %). Корреляционный анализ количественных показателей в группе 1 после COVID-19 выявил сильную зависимость между средним давлением в легочной артерии и объемом поражения легких, по данным компьютерной томографии (коэффициент корреляции Пирсона 0,81;  $p = 0,0001$ ). Скаттерграмма этой взаимосвязи показана на рис. 3.

Анализ показал, что поражение легких, установленное при компьютерной томографии, коррелирует с уровнем среднего давления в легочной артерии. Эти данные демонстрируют, что основной особенностью ОКС после COVID-19 является повышение давления в легочной артерии после поражения легких, что необходимо учитывать при планировании тактики оперативного лечения в пользу интервенционного вмешательства и ведения в послеоперационном периоде.

Общая выживаемость (в госпитальном и отдаленном периодах) составила 100 % для групп 1 и 2. Всем пациентам имплантированы стенты с лекарственным покрытием в инфаркт-зависимую артерию. После стентирования рецидива болевого синдрома или дальнейшего усиления боли в груди не наблюдали.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Вирус SARS-CoV-2 способен поражать кардиомиоциты и эндотелий легочных сосудов, на что указывают результаты гистологических исследований с обнаружением высокого титра РНК SARS-CoV-2 в кардиомиоцитах [7]. Косвенно это подтверждено повышением уровней тропонина, а также развитием синдромов поражения сердечной мышцы (аритмического, электрокардиографического, сердечной недостаточности) при отсутствии поражения коронарного русла при коронарографии [7–10]. В настоящем исследовании выявлено, что факт перенесенной COVID-19 влиял на повышение уровня среднего давления в легочной артерии. После COVID-19 у 58 % пациентов группы 1 и 10,2 % больных группы 2 среднее давление в легочной артерии было повышенным в интервале от 20 до 24 мм рт. ст. (ОШ 3,9; 95 % ДИ 2,2–7,3) и высоким в интервале от 25 до 36 мм рт. ст. у 29 % пациентов группы 1 и 2,3 % пациентов группы 2 (ОШ 7,0; 95 % ДИ 1,9–36,4).

Сравнительный анализ результатов коронарограмм показал, что во всех случаях причиной развития ОКС был атеротромбоз коронарной артерии, развившийся в период

до 6 мес. после коронавирусной инфекции, что можно рассматривать как одну из особенностей клинического течения ОКС при дестабилизации ишемической болезни сердца. Полученные данные показывают, что шансы получить субэндокардиальную ишемию при развитии ОКС у пациентов, перенесших COVID-19 и вакцинированных перед заболеванием, уменьшаются на 0,2 (95 % ДИ 0,059–0,9). Вакцинация, возможно, является фактором, предотвращающим развитие субэндокардиальной ишемии. Эти данные согласуются с существующими представлениями о повреждении микроциркуляции и эндотелия миокарда при коронавирусной инфекции. Известно, что в легких при окклюзии одной из сегментарных ветвей легочной артерии происходит спазм всей микроциркуляции малого круга [13]. Этот механизм является универсальным в организме, и при системных последствиях коронавирусной инфекции на фоне ОКС коронарография показывает спазм микрососудистого русла в бассейне не пораженных коронарных артерий. Похожие механизмы функционируют в других органах.

Данные исследования нужно интерпретировать с осторожностью из-за его когортного ретроспективного характера и небольшой выборки. В целом в работе получены клинически важные данные (в отдельных случаях статистически не значимые), способные стать поводом для дальнейшего изучения вопросов, связанных с течением ХСН и дестабилизацией ишемической болезни сердца при повреждении миокарда сочетанного характера (атеросклерозе и перенесенном миокардите).

## ВЫВОДЫ

1. После COVID-19 у 58 % пациентов возрастает среднее давление в легочной артерии в интервале от 20 до 24 мм рт. ст. (ОШ 3,9; 95 % ДИ 2,2–7,3) и в интервале от 25 до 36 мм рт. ст. — у 29 % (ОШ 7,0; 95 % ДИ 1,9–36,4).
2. Основным механизмом ОКС после COVID-19 — атеротромбоз.
3. Основной особенностью ОКС после COVID-19 является повышение давления в легочной артерии вследствие поражения легких, что необходимо учитывать при планировании тактики оперативного лечения и ведения в послеоперационном периоде.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cheitlin M.D., Armstrong W.F., Aurigemma G.P., et al. ACC / AHA / ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography: summary article: a report of the American College of cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC / AHA / ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography) // *Circulation*. 2003. Vol. 108, N. 9. P. 1146–1162. doi: 10.1161/01.CIR.0000073597.57414.A9
2. Голухова Е.З., Соколова Н.Ю., Булаева Н.И. Взгляд кардиолога на проблему пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Наибольший вклад распределен следующим образом: *Г. Дударидзе* — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материалов, хроматографическое исследование, анализ полученных данных, написание текста, обзор литературы; *С.А. Саиганов* — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материалов, написание текста; *И.Н. Кочанов* — сбор и обработка материалов; *В.В. Складорова* — хроматографическое исследование, анализ полученных данных; *Т.Я. Бурак* — анализ полученных данных, обзор литературы, внесение окончательной правки; *А.Л. Каледин* — хроматографическое исследование, анализ полученных данных, написание текста.

**Этический комитет.** Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом СЗГМУ им. И.И. Мечникова (№ 10 от 03.11.2021).

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

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

**Author contribution.** All the authors have made a significant contribution to the development of the concept, research, and preparation of the article as well as read and approved the final version before its publication.

Personal contribution of the authors: *G. Dularidze* — experimental design, collecting and preparing the samples, gas chromatography / mass spectrometry, data analysis, text writing, literature review, making final edits; *S.A. Saiganov* — experimental design, collecting and preparing the samples, text writing; *I.N. Kochanov* — collecting and preparing the samples; *V.V. Sklyarova* — gas chromatography / mass spectrometry, data analysis; *T.Ya. Burak* — data analysis, literature review, making final edits; *A.L. Kaledin* — gas chromatography / mass spectrometry, data analysis, text writing

**Ethics approval.** The present study protocol was approved by the local Ethics Committee of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov (No. 10 dated 03.11.2021).

(обзор литературы) // Креативная кардиология. 2020. Т. 14, № 1. С. 5–15. EDN: UKZND doi: 10.24022/1997-31872020-14-1-5-15

3. Арутюнов Г.П., Тарловская Е.И., Арутюнов А.Г., и др. Клинические особенности постковидного периода. Результаты международного регистра “Анализ динамики коморбидных заболеваний у пациентов, перенесших инфицирование SARS-CoV-2 (АКТИВ SARS-CoV-2)” (12 месяцев наблюдения) // *Российский кардиологический журнал*. 2023. Т. 28, № 1. С. 9–27. EDN: VHEPAD doi: 10.15829/1560-4071-2023-5270

4. Агеев Ф.Т., Овчинников А.Г., Мареев В.Ю., Беленков Ю.Н. Как лечить диастолическую дисфункцию сердца? // *Consilium medicum*. 2002. Т. 4, № 3. С. 114–117. EDN: WYKOHH
5. Наумов А.Б., Марченко С.П., Хубулава Г.Г., и др. Оценка гемодинамики: научно-практический подход: учебное пособие. Санкт-Петербург: Российская книжная палата, 2022. 44 с. EDN: YAHFDI doi: 10.13140/RG.2.2.36443.85283
6. Parasuraman S., Walker S., Loudon B.L., et al. Assessment of pulmonary artery pressure by echocardiography — a comprehensive review // *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2016. Vol. 12, N. 3. P. 45–51. doi: 10.1016/j.ijcha.2016.05.011
7. Чашин М.Г., Горшков А.Ю., Драпкина О.М. Острый коронарный синдром у пациентов с COVID-19 // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021. Т. 20, № 5. С. 107–114. EDN: KQOWON doi: 10.15829/1728-8800-2021-2806
8. Коков Л.С., Петриков С.С., Писанкина М.М., и др. Течение и исходы острого коронарного синдрома в условиях новой коронавирусной инфекции COVID-19 // *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2022. Т. 11, № 2. С. 238–248. EDN: EKZLWK doi: 10.23934/2223-9022-2022-11-2-238-248

9. Драпкина О.М., Кравченко А.А., Будневский А.В., и др. Острый коронарный синдром в период пандемии новой коронавирусной инфекции // *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2023. Т. 19, № 1. С. 65–70. EDN: SYEUIJ doi: 10.20996/1819-6446-2023-01-04
10. Алекаян Б.Г., Бойцов С.А., Ганюков В.И., Манюшкина Е.М. Влияние пандемии COVID-19 на реваскуляризацию миокарда у пациентов с острым коронарным синдромом в Российской Федерации // *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2022. Т. 18, № 4. С. 411–419. EDN: BYSCRX doi: 10.20996/1819-6446-2022-08-03
11. Марченко С.П., Шихвердиев Н.Н., Хубулава Г.Г. Ишемическая болезнь сердца и ее хирургическое лечение пациентов кардиологического профиля 3. Раздел 3. Санкт-Петербург, 2011. 112 с.
12. Соколов А.А., Марцинкевич Г.И. Сердечная недостаточность у пациентов с сохраненной фракцией выброса левого желудочка — насосная несостоятельность сердца? // *Кардиология*. 2018. Т. 58, № 6. С. 79–84. EDN: XPUSLJ doi: 10.18087/cardio.2018.6.10125
13. Хубулава Г.Г., Шихвердиев Н.Н., Пайвин А.А., и др. Защита миокарда при операциях на сердце. Санкт-Петербург: Дитон, 2013. 143 с. EDN: VSPSBL

## REFERENCES

1. Cheitlin MD, Armstrong WF, Aurigemma GP, et al. ACC / AHA / ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography: summary article: a report of the American College of cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC / AHA / ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). *Circulation*. 2003;108(9):1146–1162. doi: 10.1161/01.CIR.0000073597.57414.A9
2. Golukhova EZ, Sokolova NYu, Bulaeva NI. New coronavirus infection COVID-19: the view of cardiologists (review). *Creative Cardiology*. 2020;14(1):5–15. EDN: UKZNDI doi: 10.24022/1997-31872020-14-1-5-15
3. Arutyunov GP, Tarlovskaya EI, Arutyunov AG, et al. Clinical features of post-COVID period. Results of an International Register “Dynamics Analysis of Comorbidities in SARS-CoV-2 Survivors (ACTIV SARS-CoV-2)” (12-month follow-up). *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(1):9–27. EDN: VHEPAD doi: 10.15829/1560-4071-2023-5270
4. Ageev FT, Ovchinnikov AG, Mareev VYu, Belenkov YuN. How to treat diastolic heart dysfunction? *Consilium medicum*. 2002;4(3):114–117. (In Russ.) EDN: WYKOHH
5. Naumov AB, Marchenko SP, Khubulava GG, et al. *Assessing hemodynamics: a scientific and practical approach: textbook*. Saint Petersburg: Russian Book Chamber; 2022. 44 p. (In Russ.) EDN: YAHFDI doi: 10.13140/RG.2.2.36443.85283
6. Parasuraman S, Walker S, Loudon BL, et al. Assessment of pulmonary artery pressure by echocardiography — a comprehensive review. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2016;12(3):45–51. doi: 10.1016/j.ijcha.2016.05.011

7. Chashchin MG, Gorshkov AYu, Drapkina OM. Acute coronary syndrome in COVID-19 patients. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021;20(5):107–114. EDN: KQOWON doi: 10.15829/1728-8800-2021-2806
8. Kokov LS, Petrikov SS, Pisankina MM, et al. Course and outcomes of acute coronary syndrome in the presence of new coronavirus infection COVID-19. *Russian Sklifosovsky Journal Emergency Medical Care*. 2022;11(2):238–248. EDN: EKZLWK doi: 10.23934/2223-9022-2022-11-2-238-248
9. Drapkina OM, Kravchenko AYu, Budnevskiy AV, et al. Acute coronary syndrome during the pandemic new coronavirus infection. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2023;19(1):65–70. EDN: SYEUIJ doi: 10.20996/1819-6446-2023-01-04
10. Alekyan BG, Boytsov SA, Ganyukov VI, Manoshkina EM. Impact of the COVID-19 Pandemic on myocardial revascularization in patients with acute coronary syndrome in the Russian Federation. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2022;18(4):411–419. EDN: BYSCRX doi: 10.20996/1819-6446-2022-08-03
11. Marchenko SP, Shikhverdiev NN, Khubulava GG. Ischemic heart disease and its surgical treatment of patients with cardiology profile 3. Section 3. Saint Petersburg; 2011. 112 p. (In Russ.)
12. Sokolov AA, Martsinkevich GI. Heart failure in patients with preserved ejection fraction-pumping heart failure? *Kardiologija*. 2018;58(6):79–84. EDN: XPUSLJ doi: 10.18087/cardio.2018.6.10125
13. Khubulava GG, Shikhverdiev NN, Paivin AA, et al. *Protection of the myocardium during heart surgery*. Saint Petersburg: Diton; 2013. 143 p. (In Russ.) EDN: VSPSBL

## ОБ АВТОРАХ

\* **Георги Дуларидзе**, аспирант;  
адрес: Россия, 191015, Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41;  
ORCID: 0009-0005-9574-3038; eLibrary SPIN: 3360-8573;  
e-mail: giorgidularidze@gmail.com

## AUTHORS INFO

\* **Giorgi Dularidze**, postgraduate student;  
address: 41 Kirochnaya St., Saint Petersburg, 191015, Russia;  
ORCID: 0009-0005-9574-3038; eLibrary SPIN: 3360-8573;  
e-mail: giorgidularidze@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

**Сергей Анатольевич Сайганов**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0001-8325-1937;  
eLibrary SPIN: 2174-6400;  
e-mail: ssayganov@gmail.com

**Игорь Николаевич Кочанов**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0002-3499-1792;  
eLibrary SPIN: 5944-6425;  
e-mail: gmpb2kin@mail.ru

**Виктория Владимировна Склярова**;  
ORCID: 0000-0002-7759-6768;  
eLibrary SPIN: 1888-1160;  
e-mail: vika.sklyarova.91@inbox.ru

**Тарас Ярославич Бурак**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0003-2591-2738;  
eLibrary SPIN: 6415-9180;  
e-mail: burak\_t@mail.ru

**Александр Леонидович Каледин**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0003-0581-6132;  
eLibrary SPIN: 7498-0083;  
e-mail: alkaledin@mail.ru

**Sergey A. Saiganov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0001-8325-1937;  
eLibrary SPIN: 2174-6400;  
e-mail: ssayganov@gmail.com

**Igor N. Kochanov**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0002-3499-1792;  
eLibrary SPIN: 5944-6425;  
e-mail: gmpb2kin@mail.ru

**Viktoriya V. Sklyarova**, MD;  
ORCID: 0000-0002-7759-6768;  
eLibrary SPIN: 1888-1160;  
e-mail: vika.sklyarova.91@inbox.ru

**Taras Ya. Burak**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0003-2591-2738;  
eLibrary SPIN: 6415-9180;  
e-mail: burak\_t@mail.ru

**Aleksandr L. Kaledin**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0003-0581-6132;  
eLibrary SPIN: 7498-0083;  
e-mail: alkaledin@mail.ru