

© Коллектив авторов, 2023
УДК 616.124.2-007-073.43:578.834.11

Д.В. Криночкин¹ ✉, Е.И. Ярославская¹, Н.Е. Широков¹, Е.А. Горбатенко¹, Е.П. Гультьева¹,
И.Р. Криночкина², И.О. Коровина³, Н.А. Осокина¹, А.В. Мигачева¹, Е.Н. Калюжная¹

Динамика распространенности сердечно-сосудистой патологии, нарушений продольной деформации и диастолической функции левого желудочка у лиц с оптимальной визуализацией при эхокардиографии через 3 и 12 месяцев после пневмонии COVID-19

¹ Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН, Томск, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, Тюмень, Российская Федерация

³ ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница № 1», Тюмень, Российская Федерация

✉ Криночкин Дмитрий Владиславович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., заведующий отделением; orcid.org/0000-0003-4993-056X, e-mail: krin@infarkta.net

Ярославская Елена Ильинична, д-р мед. наук, вед. науч. сотр., заведующий лабораторией; orcid.org/0000-0003-1436-8853

Широков Никита Евгеньевич, канд. мед. наук, науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-4325-2633

Горбатенко Елена Александровна, лаборант-исследователь; orcid.org/0000-0003-0858-2933

Гультьева Елена Павловна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., заведующий отделением; orcid.org/0000-0002-5061-9210

Криночкина Инна Рафаиловна, канд. мед. наук, доцент кафедры; orcid.org/0000-0002-4787-8342

Коровина Ирина Олеговна, врач-пульмонолог; orcid.org/0000-0002-8146-459X

Осокина Надежда Александровна, мл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-3928-8238

Мигачева Анастасия Викторовна, лаборант-исследователь; orcid.org/0000-0002-0793-2703

Калюжная Елена Николаевна, лаборант-исследователь; orcid.org/0000-0003-4212-0433

Резюме

Цель. Изучить динамику сердечно-сосудистой патологии, параметров продольной деформации и диастолической функции левого желудочка (LV GLS) через 3 и 12 мес после пневмонии COVID-19.

Материал и методы. Из 380 пациентов «Проспективного регистра лиц, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию», прошедших обследование через 3 и 12 мес после выписки из стационара, динамике LV GLS удалось изучить у 206 пациентов (54 [46; 60] года; 49,5% женщин).

Результаты. За период наблюдения частота выявления сердечно-сосудистых заболеваний выросла на 6,7%, в том числе артериальной гипертензии (АГ) – на 6,2%, ишемической болезни сердца (ИБС) – на 3,9%. Средняя фракция выброса левого желудочка (ЛЖ) увеличилась (68,2±4,7% против 69,0±4,0%, p=0,026) при не изменившейся LV GLS (–19,5±2,3 и –19,5±2,5%, p=0,962). Сниженная LV GLS через год после выписки регистрировалась у 27,7% обследованных. Наблюдалось снижение показателей диастолической функции ЛЖ: скорости раннего диастолического наполнения ЛЖ (71,0±16,4 против 69,0±15,2 см/с, p=0,043) и раннедиастолической скорости смещения септальной части митрального кольца (8,4±3,0 против 8,0±2,5 см/с, p=0,023). Число больных с сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса (СНсФВ) (количеством баллов по алгоритму HFA-PEFF ≥5) было небольшим (3,9 и 1,5%, p=0,180), число лиц с низкой вероятностью СНсФВ (от 0–1 балл) увеличилось (с 53,9 до 65,0% p=0,004), выявлена тенденция к снижению количества пациентов с подозрением на СНсФВ (2–4 балла) (42,2 против 33,5%, p=0,053).

Заключение. Через 1 год после пневмонии COVID-19 у пациентов с оптимальной визуализацией при эхокардиографии наблюдался рост частоты выявления АГ и ИБС, а также отрицательная динамика показателей диастолической функции ЛЖ. У 27,7% пациентов – сниженная LV GLS, а у 33,5% – потенциально начальная стадия СНсФВ, они нуждаются в проведении диастолического стресс-теста.

Ключевые слова: пневмония COVID-19, сердечно-сосудистые заболевания, эхокардиография, деформация миокарда левого желудочка, диастолической функции левого желудочка

Для цитирования: Криночкин Д.В., Ярославская Е.И., Широков Н.Е., Горбатенко Е.А., Гультьева Е.П., Криночкина И.Р., Коровина И.О., Осокина Н.А., Мигачева А.В., Калюжная Е.Н. Динамика распространенности сердечно-сосудистой патологии, нарушений продольной деформации и диастолической функции левого желудочка у лиц с оптимальной визуализацией при эхокардиографии через 3 и 12 месяцев после пневмонии COVID-19. *Креативная кардиология*. 2023; 17 (3): 375–85. DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-3-375-385

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 23.08.2023

Поступила после доработки 06.09.2023

Принята к печати 11.09.2023

D.V. Krinochkin¹✉, E.I. Yaroslavskaya¹, N.E. Shirokov¹, E.A. Gorbatenko¹, E.P. Gulyaeva¹,
I.R. Krinochkina², I.O. Korovina³, N.A. Osokina¹, A.V. Migacheva¹, E.N. Kalyuzhnaya¹

Dynamics of the prevalence of cardiovascular pathology, disorders of longitudinal strain and diastolic function of the left ventricle in individuals with optimal visualization on echocardiography 3 and 12 months after COVID-19 pneumonia

¹ Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russian Federation

² Tyumen State Medical University, Tyumen, Russian Federation

³ Regional Clinical Hospital No. 1, Tyumen, Russian Federation

✉ **Dmitriy V. Krinochkin**, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Head of Department; orcid.org/0000-0003-4993-056X,
e-mail: krin@infarkta.net

Elena I. Yaroslavskaya, Dr. Med. Sci., Leading Researcher, Head of Department; orcid.org/0000-0003-1436-8853

Nikita E. Shirokov, Cand. Med. Sci., Researcher; orcid.org/0000-0002-4325-2633

Elena A. Gorbatenko, Research Assistant; orcid.org/0000-0003-0858-2933

Elena P. Gulyaeva, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Head of Department; orcid.org/0000-0002-5061-9210

Inna R. Krinochkina, Cand. Med. Sci., Associate Professor of Chair; orcid.org/0000-0002-4787-8342

Irina O. Korovina, Pulmonologist; orcid.org/0000-0002-8146-459X

Nadezhda A. Osokina, Junior Researcher; orcid.org/0000-0002-3928-8238

Anastasiya V. Migacheva, Research Assistant; orcid.org/0000-0002-0793-2703

Elena N. Kalyuzhnaya, Research Assistant; orcid.org/0000-0003-4212-0433

Abstract

Objective. To study the dynamics of cardiovascular pathology, left ventricular longitudinal strain and diastolic function in individuals with optimal visualization on echocardiography 3 and 12 months after COVID-19 pneumonia. **Material and methods.** Out of 380 patients of the Prospective Registry of Survivors of COVID-19-Associated Pneumonia who underwent clinical examination 3 and 12 months after discharge, the dynamics of left ventricular global longitudinal strain (LV GLS) was studied in 206 patients with optimal visualization quality in echocardiography (54 [46; 60] years; 49.5% of women).

Results. During the observation period, the frequency of cardiovascular diseases increased by 6.7%, including arterial hypertension (AH) – by 6.2%, coronary artery disease (CAD) – by 3.9%. The mean left ventricle (LV) ejection fraction increased (68.2±4.7 vs 69.0±4.0%, p=0.026) while LV GLS did not change significantly (–19.5±2.3% and –19.5±2.5%, p=0.962). Decreased LV GLS 12 months after COVID-19 pneumonia was observed in 27.7%. There was a decrease in parameters of LV diastolic function: the velocity of early diastolic LV filling (71.0±16.4 cm/s vs 8.0±2.5 cm/s, p=0.023) and early diastolic velocity of the septal part of the mitral annulus (8.4±3.0 versus 8.0±2.5 cm/s, p=0.023). The number of patients with heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF) (number of points according to the HFA-PEFF algorithm ≥5) was small (3.9 and 1.5%, p=0.180), the number of persons with a low probability of HFpEF (number of points from 0 to 1) increased (from 53.9 to 65.0% p=0.004), there was a trend towards a decrease in the number of patients with suspected HFpEF (scores from 2 to 4) (42.2 vs. 33.5%, p=0.053).

Conclusion. One year after COVID-19 pneumonia, patients with optimal visualization on echocardiography show an increase in the incidence of AH and CAD, as well as a negative trend in LV diastolic function. Decreased LV GLS is present in 27.7% of patients. 33.5% of patients potentially have an initial stage of HFpEF and require a diastolic stress test.

Keywords: COVID-19 pneumonia, cardiovascular disease, echocardiography, left ventricular longitudinal strain, left ventricular diastolic function

For citation: Krinochkin D.V., Yaroslavskaya E.I., Shirokov N.E., Gorbatenko E.A., Gulyaeva E.P., Krinochkina I.R., Korovina I.O., Osokina N.A., Migacheva A.V., Kalyuzhnaya E.N. Dynamics of the prevalence of cardiovascular pathology, disorders of longitudinal strain and diastolic function of the left ventricle in individuals with optimal visualization on echocardiography 3 and 12 months after COVID-19 pneumonia. *Creative Cardiology*. 2023; 17 (3): 375–85 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-3-375-385

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

Received August 23, 2023

Revised September 06, 2023

Accepted September 11, 2023

Введение

Важной задачей сегодня является изучение долгосрочных последствий действия COVID-19. По результатам проспективных наблюдений, заболевание даже легкой и средней степени тяжести может давать субклиническое поражение сердечно-сосудистой, дыхательной, свертывающей систем и почек [1]. Для своевременного выявления впервые развившихся и прогрессирования уже имеющихся сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) необходимо динамическое изучение сердечно-сосудистого статуса переболевших.

Для определения прогноза при большинстве ССЗ ключевое значение имеет сократимость левого желудочка (ЛЖ) [2]. При этом в качестве рутинного ее показателя используется фракция выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ). Однако она не отражает субклинических изменений миокарда. В последнее время для этой цели все чаще используют глобальную продольную деформацию ЛЖ (left ventricular global longitudinal strain (LV GLS)), оцениваемую с помощью спекл-трекинг эхокардиографии (speckle tracking echocardiography (STE)).

Цель – изучить динамику сердечно-сосудистой патологии, параметров продольной деформации (LV GLS) и диастолической функции ЛЖ через 3 и 12 мес после пневмонии COVID-19.

Материал и методы

Исследование выполнено по данным «Проспективного регистра лиц, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию» (свидетельство государственной регистрации № 2021622535 от 18.11.2021) [3]. Протокол исследования соответствовал этическим принципам и одобрен локальным комитетом по биомедицинской этике № 159 от 23.07.2020, зарегистрирован в международном реестре клинических исследований ClinicalTrials.gov (Identifier: NCT04501822). Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Критериями включения были лабораторно подтвержденный диагноз пнев-

монии COVID-19, возраст 18 лет и старше, желание пациента участвовать в наблюдении; критериями невключения – хронические заболевания в стадии обострения, гемодинамически значимые пороки сердца, в анамнезе – онкологические заболевания, выявленные менее 5 лет назад туберкулез, другие заболевания, сопровождающиеся пневмофиброзом, хронические гепатиты, ВИЧ. Критериями исключения были выявленные в период наблюдения беременность, онкологические заболевания, отказ от участия, неоптимальная визуализация при эхокардиографии (ЭхоКГ). Из 380 пациентов Регистра исключены за период обследования 28: трое – по беременности, двое – в связи с впервые выявленными онкологическими заболеваниями, трое – в связи со сменой региона проживания, десять отказались по различным причинам, семеро не успели пройти обследование в запланированные сроки, один продемонстрировал неоптимальную визуализацию при ЭхоКГ. Оптимальной визуализация была на 1-м визите у 271 пациента, на 2-м визите – у 244 больных. Глобальную (LV GLS) и сегментарную продольную деформацию ЛЖ на обоих визитах удалось оценить у 206 пациентов (средний возраст их составил 54 [46; 60] года; из них 49,5% женщин). По данным выписок из историй заболевания во время госпитализации при компьютерной томографии (КТ) легких поражения легкой степени отмечались у 15,8% пациентов, среднетяжелые – у 33,5%, тяжелые – у 37,4%, критические – у 13,3%. Средний процент поражения легочной ткани при госпитализации составил 50%. Лечение в отделениях реанимации и интенсивной терапии подверглись 8,8% пациентов.

Через 3 и 12 мес после выписки (105 ± 12 дней и 385 ± 31 день, 1-й и 2-й визиты) пациентам регистра проводилось амбулаторное клиническое, лабораторное, инструментальное обследование. Клинические синдромы оценивались в соответствии с действующими рекомендациями [4–6]. Диагностику сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса (СНсФВ) проводили по алгоритму HFA-PEFF (heart failure with preserved ejection

fraction) [7]. Инструментальное обследование включало КТ легких, ЭхоКГ с постобработкой на рабочей станции IntelliSpace Cardiovascular с программой TomTec (Philips, США). Деформацию миокарда оценивали в записи в режиме Automatic Functional Imaging на базе 2D Strain с частотой кадров более 60 в секунду. За нижнюю границу нормы LV GLS принимали значение 18% (показатели деформации обозначены по модулю) [8, 9]. Диагностику гипертрофии ЛЖ проводили с учетом индекса массы тела: при его значениях, соответствующих нормальной или избыточной массе тела массу миокарда ЛЖ индексировали к площади поверхности тела (критериями для гипертрофии ЛЖ в этом случае было значение индекса массы миокарда ЛЖ (иММЛЖ) более 115 г/м² для мужчин и более 95 г/м² для женщин), при значениях, соответствующих ожирению – на основании рекомендаций ASE/EACVI – к росту в степени 2,7 (в этом случае гипертрофию ЛЖ диагностировали при иММЛЖ более 50 г/м^{2,7} для мужчин и более 47 г/м^{2,7} для женщин) [9, 10]. Рассчитанное по С. Otto (1995 г.), систолическое давление в легочной артерии (СДЛА) считали повышенным при значении более 36 мм рт. ст.

Для статистического анализа использовали пакет программ SPSS 21 (SPSS Inc., США) и Statistica 12.0. Распределение переменных оценивали по критерию Колмогорова–Смирнова. При нормальном распределении количественных данных показатели представлены в виде $M \pm SD$, где M – среднее значение, SD – стандартное отклонение, в случае распределения, отличного от нормального, – в виде медианы и интерквартильного размаха – $Me [Q1; Q3]$. Различия между категориальными переменными оценивали критерием χ^2 . Результаты считали статистически значимыми при двухстороннем уровне $p < 0,05$.

Результаты

За время наблюдения количество жалоб у участников исследования уменьшилось, увеличилось количество лиц с нормализаци-

ей КТ легких (табл. 1). Увеличился индекс массы тела, частота выявления ожирения и ССЗ. Частота выявления нарушений сердечного ритма увеличилась на фоне тенденции к снижению частоты сердечных сокращений. Частота артериальной гипертензии (АГ) значительно выросла в основном за счет АГ II степени. За период наблюдения было диагностировано 13 случаев новых ССЗ: 12 (5,8%) случаев АГ и 8 (3,9%) – ишемической болезни сердца (ИБС), в том числе 7 (3,4%) – в сочетании с АГ. Выросла частота назначений β -блокаторов и ингибиторов аденозин-превращающего фермента. Увеличилась частота выявления хронической сердечной недостаточности (ХСН). При этом количество пациентов с СНсФВ (количеством баллов по алгоритму HFA-PEFF 5 и более) осталось небольшим, число лиц с низкой вероятностью СНсФВ (0–1 балл) значительно увеличилось, выявлена тенденция к снижению количества лиц с подозрением на СНсФВ (2–4 балла).

Увеличилась в абсолютном значении толщина межжелудочковой перегородки, однако масса миокарда, вычисленная по формуле «площадь–длина», значимо не изменилась, как и частота выявления гипертрофии ЛЖ (табл. 2). Незначительно, но значимо увеличилась ФВ ЛЖ. Минимальный объем левого предсердия (ЛП) увеличился, а фракция и объем опорожнения ЛП уменьшились. При этом уменьшилось время замедления раннего диастолического наполнения ЛЖ (DT), скорость раннего диастолического наполнения ЛЖ (E) и раннедиастолическая скорость смещения септальной части митрального кольца. Выявлена тенденция к снижению раннедиастолической скорости смещения латеральной части митрального кольца и соотношения E/A.

Что касается правых отделов сердца, значимо выросли максимальные объем и ширина правого предсердия (ПП) (табл. 3). Уменьшилась диастолическая и систолическая площадь правого желудочка (ПЖ), увеличилась фракция изменения площади ПЖ. Изменилась геометрия ПЖ: увеличился его базальный поперечный размер, а продоль-

Динамика клинических параметров через 3 и 12 мес после пневмонии COVID-19

Табле 1. Dynamics of clinical parameters 3 and 12 months after COVID-19 pneumonia

Показатель	Через 3 мес (n=206)	Через 12 мес (n=206)	p
Индекс массы тела, кг/м ²	28,9±4,5	29,6±4,8	<0,001
Частота сердечных сокращений, уд/мин	73,4±10,6	71,4±10,1	0,084
Артериальное давление, мм рт. ст.			
систолическое	130 [119; 140]	128,5 [115,8; 140]	0,316
диастолическое	84,9±12,0	85,7±13,4	0,260
Избыточная масса тела	84 (40,8)	85 (41,5)	1,000
Ожирение	80 (38,8)	94 (45,6)	0,007
Жалобы			
одышка	67 (32,5)	40 (19,4)	0,001
слабость	102 (49,5)	19 (9,2)	<0,001
боли в грудной клетке	70 (34,0)	34 (16,5)	<0,001
утомляемость	99 (48,1)	28 (13,6)	<0,001
Сердечно-сосудистые заболевания	149 (72,3)	162 (78,6)	0,001
Нарушения сердечного ритма	65 (31,6)	82 (39,8)	0,043
Виды нарушений сердечного ритма			
экстрасистолия суправентрикулярная	10 (15,4)	9 (11,0)	1,000
экстрасистолия желудочковая	2 (3,1)	0 (0,0)	0,500
брадикардия	45 (69,2)	66 (80,5)	0,012
тахикардия	8 (12,3)	7 (8,5)	1,000
ХСН	100 (48,5)	109 (52,9)	0,012
ФК ХСН по NYHA			
I	70 (70,0)	77 (70,6)	0,167
II	24 (24,0)	25 (22,9)	1,000
III	6 (6,0)	7 (6,4)	1,000
Баллы по алгоритму HFA-PEFF			
0–1	111 (53,9)	134 (65,0)	0,004
2–4	87 (42,2)	69 (33,5)	0,053
5–6	8 (3,9)	3 (1,5)	0,180
NT-proBNP, пг/мл (N до 75 лет <125, старше 75 лет <400)	67,4 [27,0; 161,7]	59,2 [37,1; 109,8]	0,126
Артериальная гипертензия	145 (70,4)	157 (76,2)	0,002
Степень артериальной гипертензии			
I	27 (18,6)	26 (16,6)	1,000
II	62 (42,8)	75 (47,8)	0,015
III	56 (38,6)	56 (35,7)	1,000
ИБС	30 (14,6)	38 (18,4)	0,003
ИБС в сочетании с АГ	29 (14,1)	36 (17,5)	0,016
Сахарный диабет 2-го типа	26 (12,6)	27 (13,1)	1,000
Нормализация данных КТ легких	79 (39,1)	91 (45,0)	0,029
β-блокаторы	74 (35,9)	93 (45,1)	0,001
Ингибиторы аденозин-превращающего фермента	46 (22,3)	59 (28,6)	0,035

Дезагреганты			
аспирин	33 (16,0)	34 (16,5)	1,000
клопидогрел	11 (5,3)	11 (5,3)	1,000
Диуретики	87 (42,2)	98 (47,6)	0,311

Примечание. АГ – артериальная гипертензия; ИБС – ишемическая болезнь сердца; КТ – компьютерная томография; ФК – функциональный класс; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; HFA-PEFF – алгоритм диагностики сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса; NT-proBNP – мозговой натрийуретический пептид; NYHA – Нью-Йоркская ассоциация сердца. Данные представлены в виде $M \pm SD$, где M – среднее значение, SD – стандартное отклонение, медианы и интерквартильного размаха – $Me [Q1; Q3]$, n (%), где n – число больных.

Таблица 2

Динамика эхокардиографических характеристик левых отделов сердца через 3 и 12 мес после пневмонии COVID-19

Табле 2. Dynamics of echocardiographic parameters of the left heart 3 and 12 months after COVID-19 pneumonia

Показатель	Через 3 мес (n=206)	Через 12 мес (n=206)	p
Межжелудочковая перегородка			
мм	10,4±1,4	10,5±1,6	0,038
мм/м ²	5,4±0,8	5,4±0,8	0,405
Задняя стенка ЛЖ			
мм	9,6 ±1,0	9,7 ±1,0	0,106
мм/м ²	5,0±0,6	5,0±0,5	0,129
Конечный диастолический объем ЛЖ			
мл	86,0 [72,0; 106,0]	88,0 [72,0; 107,3]	0,708
мл/м ²	45,5 [39,8; 53,1]	45,3 [39,3; 52,2]	0,680
Длина ЛЖ, мм	81,0±8,7	82,0±6,7	0,126
Конечный систолический объем ЛЖ			
мл	29,0±10,2	28,0±7,7	0,338
мл/м ²	14,9±4,7	14,2±3,3	0,132
Масса миокарда ЛЖ по формуле «площадь–длина»			
г	147,0±35,8	150,6±34,3	0,168
г/м ²	75,9±15,8	76,7±14,2	0,916
Гипертрофия ЛЖ, n (%)	13 (6,3)	12 (5,8)	1,000
Фракция выброса ЛЖ (2D Simpson), %	68,2±4,7	69,0±4,0	0,026
Митральная регургитация ≥II степени, n (%)	1 (0,5)	0 (0,0)	1,000
Время кровотока в аорте, мс	298,1±33,0	294,8±30,4	0,259
Время изоволюмического расслабления ЛЖ, IVRT, мс	101,8±23,3	106,3±23,3	0,027
Время изоволюмического сокращения ЛЖ, IVCT, мс	67,3±19,1	68,7±18,4	0,324
Время замедления раннего диастолического наполнения ЛЖ, DT, мс	206 [175; 247,5]	200 [173; 230]	0,011
Скорость раннего диастолического наполнения ЛЖ, E, см/с	71,0±16,4	69,0±15,2	0,043
Скорость позднего диастолического наполнения ЛЖ, A, см/с	70,0±16,9	69,8±16,9	0,985
E/A	1,09±0,43	1,06±0,39	0,086
e' later MR, см/с	11,0±3,8	10,7±3,5	0,052
e' sept MR, см/с	8,4±3,0	8,0±2,5	0,023
E/e'	7,78±2,18	7,82±2,13	0,634
Скорость кровотока в правой легочной вене, см/с			
волна S	59,4±11,2	60,1±10,1	0,169
волна D	40 [35; 46,8]	39 [35; 45]	0,334

Переднезадний размер ЛП			
мм	36,0±3,7	36,3±3,8	0,149
мм/м ²	18,7±1,9	18,6±1,9	0,291
Максимальный объем ЛП			
мл	45 [38; 56]	46,5 [40; 58]	0,128
мл/м ²	23,2 [20,3; 28,0]	23,8 [20,4; 28,7]	0,487
Минимальный объем ЛП			
мл	18,0 [14,0; 22,0]	19,0 [15,8; 24]	<0,001
мл/м ²	9,2 [7,1; 11,1]	10 [7,9; 12,4]	<0,001
Общий объем опорожнения ЛП			
мл	29,3±9,2	28,1±7,5	0,030
мл/м ²	15,1±4,5	14,3±3,5	0,009
Фракция опорожнения ЛП, %	60,9±8,5	57,6±7,7	<0,001

Примечание. ЛЖ – левый желудочек; ЛП – левое предсердие; e' later MR – раннедиастолическая скорость смещения латеральной части митрального кольца; e' sept MR – раннедиастолическая скорость смещения септальной части митрального кольца.

Т а б л и ц а 3

**Динамика эхокардиографических параметров правых отделов сердца
через 3 и 12 мес после пневмонии COVID-19**

Табле 3. Dynamics of echocardiographic parameters of the right heart 3 and 12 months after COVID-19 pneumonia

Показатель	Через 3 мес (n=206)	Через 12 мес (n=206)	p
Максимальный объем ПП			
мл	30,0 [24,0; 36,0]	34,0 [28,0; 40,0]	<0,001
мл/м ²	15,7 [12,4; 18,9]	17,3 [14,4; 20,1]	<0,001
Максимальная длина ПП			
мм	49,2±5,4	49,6±4,9	0,234
мм/м ²	25,6±2,9	25,5±2,7	0,696
Максимальная ширина ПП			
мм	34,5±5,2	35,7±4,9	<0,001
мм/м ²	17,9±2,7	18,3±2,4	0,030
Переднезадний размер ПЖ			
мм	25,7±2,3	25,8±2,7	0,755
мм/м ²	13,3±1,5	13,3±1,4	0,137
Диастолическая площадь ПЖ			
см ²	15,8±4,1	14,9±3,3	<0,001
см ² /м ²	8,1±1,9	7,6±1,4	<0,001
Систолическая площадь ПЖ			
см ²	7,7±2,6	7,0±2,0	<0,001
см ² /м ²	4,0±1,2	3,6±0,9	<0,001
Фракция изменения площади ПЖ, %	51,4±8,9	52,9±8,5	0,020
Амплитуда смещения фиброзного кольца трикуспидального клапана, TAPSE, мм	22,9±2,7	22,6±2,2	0,278
Базальный поперечный размер ПЖ, мм	31,6±5,6	32,5±5,1	0,004
Средний поперечный размер ПЖ, мм	26,6±5,4	26,7±4,5	0,662

Продольный размер ПЖ, мм	68,0±7,8	64,2±7,2	<0,001
Увеличение продольного размера ПЖ, n (%)	6 (2,9)	2 (1,0)	0,289
Индекс сферичности ПЖ, базальный, мм	0,47±0,08	0,51±0,08	<0,001
Индекс сферичности ПЖ, средний, мм	0,39±0,08	0,42±0,07	<0,001
Проксимальный отдел выводного отдела ПЖ по короткой оси, мм	28,2±2,5	28,2±2,7	0,920
Дистальный отдел выводного отдела ПЖ по короткой оси, мм	20,9±2,7	21,2±2,6	0,144
Пиковая скорость трикуспидальной регургитации, см/с	2,07 [1,8; 2,3]	2,10 [1,9; 2,3]	0,408
Трикуспидальная регургитация ≥II степени, n (%)	2 (1,0)	1 (0,5)	1,000
Расчетное систолическое давление в легочной артерии, мм рт. ст.	22,0 [18,0; 26,3]	23,0 [19,0; 27,0]	0,136
Скорость S' трикуспидального кольца, см/с	9,8±2,6	9,6±2,7	0,295
Время ускорения кровотока в легочной артерии, мс	113,1±24,6	112,8±21,6	0,902

Примечание. ПЖ – правый желудочек; ПП – правое предсердие.

ный уменьшился, что отразилось на увеличении индексов сферичности полости. СДЛА значимо не изменилось, но частота выявления ее повышенных значений снизилась с 2,9% на 1-м визите до 0,5% на 2-м (p=0,063).

Значимой динамики по показателям LV GLS не обнаружено – так же, как и по сум-

марным показателям сегментарной продольной деформации уровней ЛЖ (табл. 4). Число больных со сниженной LV GLS в динамике увеличилось на 10 человек (на 4,9%), но статистической значимости эти различия не достигли. Выявлено значимое улучшение региональной продольной деформации в базальном нижнеперегородочном сегменте.

Таблица 4

**Динамика показателей продольной деформации левого желудочка
через 3 и 12 мес после пневмонии COVID-19**

Табл 4. Dynamics of parameters of longitudinal strain of the left ventricle 3 and 12 months after COVID-19 pneumonia

Показатель	Через 3 мес (n=206)	Через 12 мес (n=206)	p
Глобальная деформация	19,5±2,3	19,5±2,5	0,962
Глобальная деформация <18%, n (%)	47 (22,8)	57 (27,7)	0,212
Базальный сегмент			
передний	17,1±4,2	16,7±3,9	0,200
переднеперегородочный	16,6±3,4	16,7±3,4	0,878
нижнеперегородочный	19,2±3,5	19,9±3,9	0,021
нижний	16,6±3,0	16,8±3,2	0,733
нижнебоковой	17,3±4,0	17,6±4,1	0,644
переднебоковой	18,3±4,1	18,0±4,0	0,207
Средний сегмент			
передний	17,3±4,2	17,1±4,0	0,437
переднеперегородочный	20,6±3,6	20,5±3,4	0,758
нижнеперегородочный	21,1±3,4	21,7±3,4	0,107
нижний	20,3±3,0	20,2±3,1	0,773
нижнебоковой	17,6 ±3,8	17,7±4,0	0,906
переднебоковой	19,1 ±3,5	19,1 ±3,7	0,800

Апикальный сегмент			
передний	21,0±5,1	20,8±5,0	0,531
перегородочный	23,9±4,5	23,7±4,5	0,486
нижний	23,0±4,4	22,7±4,4	0,229
боковой	20,9±4,6	20,8±4,8	0,683
Верхушечный сегмент	22,3±4,0	22,0±4,1	0,182
Уровень			
базальный	17,5±2,3	17,6±2,6	0,754
средний	19,3±2,2	19,4±2,5	0,958
апикальный	22,2±4,0	22,0±4,1	0,266

Обсуждение

При уменьшении общего количества жалоб обращает на себя внимание увеличение частоты выявления ожирения, АГ и ИБС. Это согласуется с выросшей частотой назначения ингибиторов аденозин-превращающего фермента и β -блокаторов. Увеличение числа больных с нормализацией КТ легких коррелирует с нормализацией функции правых отделов сердца, о чем говорит уменьшение планиметрических характеристик ПЖ, увеличение фракции изменения площади ПЖ и снижение частоты выявления повышенной СДЛА. Поскольку при пневмонии COVID-19 страдали в первую очередь правые отделы сердца, существовали опасения устойчивого ремоделирования ПЖ в позднем восстановительном периоде заболевания. Однако наши данные и результаты других исследований доказывают, что структура и функция ПЖ после COVID-19 нормализуются [11–15], чего нельзя сказать о ЛЖ.

В настоящем исследовании значимая динамика средних значений LV GLS отсутствовала, причем значения эти можно отнести как к норме, так и к патологии – то есть к так называемой серой зоне. Хотя число пациентов со сниженной LV GLS значимо не увеличилось, к 1 году после выписки оно оказалось достаточно высоким – 27,7% от числа всех больных, принявших участие в исследовании. Заслуживает внимания и отрицательная динамика показателей диастолической функции ЛЖ, в частности снижение скорости раннего

диастолического наполнения ЛЖ и раннедиастолической скорости смещения септальной части фиброзного митрального кольца. В доступной литературе пока немного результатов динамического наблюдения через год после COVID-19. В частности, при наблюдении 70 лиц без диагностированной АГ и ИБС через 4 и 12 мес после заболевания была выявлена тенденция к улучшению LV GLS (19,55±2,56 против 20,32±2,07%, $p=0,069$) [14]. Более низкие значения LV GLS у наших пациентов связаны, вероятно, с более тяжелым течением COVID-19. По результатам наблюдения 182 пациентов (32% с АГ) через 3 и 12 мес после COVID-19 также не было отмечено улучшения LV GLS (19,2±2,3 против 19,3±2,3%, $p=0,64$) [16]. Настораживает, что несмотря на нормальные в среднем значения натрийуретического пептида через год после выписки число наших пациентов, потенциально имеющих начальную стадию СНсФВ (с 2–4 баллами по алгоритму HFA-PEFF), остается достаточно большим – 33,5% от числа всех больных, принявших участие в исследовании. Следует отметить, что около 29% пациентов с СНсФВ имеют значения натрийуретических пептидов в пределах референсных [17], поэтому их нормальный уровень не позволяет исключить СНсФВ. Поскольку у этих пациентов есть вероятность выявления патологического прироста величины E/e' при нагрузке, свидетельствующего о превышении критической границы давления наполнения ЛЖ, целесообразно проведение им целевой нагрузочной пробы – диастоличе-

ского стресс-теста. К ограничениям исследования относится отсутствие данных о деформации миокарда и диастолической функции до COVID-19, а также в остром периоде заболевания. То есть выявленные нарушения могли иметь место до COVID-19, но могли быть вызваны прямым или опосредованным действием вируса через развитие или утяжеление сердечно-сосудистой патологии.

Заключение

В отдаленные сроки после пневмонии COVID-19 у пациентов с оптимальной визуализацией при ЭхоКГ наблюдается рост частоты выявления АГ и ИБС, а также отрицательная динамика показателей диастолической функции ЛЖ. 27,7% пациентов имеют сниженную LV GLS, 33,5% больных потенциально имеют начальную стадию СНсФВ и нуждаются в проведении диастолического стресс-теста.

Литература/References

- Petersen E.L., Gøßling A., Adam G., Aepfelbacher M., Behrendt C.-A., Cavus E. et al. Multi-organ assessment in mainly non-hospitalized individuals after SARS-CoV-2 infection: the Hamburg City Health Study. *Eur. Heart J.* 2022; 43 (11): 1124–37. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab914
- Luis S.A., Chan J., Pellikka P.A. Echocardiographic assessment of left ventricular systolic function: an overview of contemporary techniques, including speckle-tracking echocardiography. *Mayo Clin. Proc.* 2019; 94 (1): 125–38. DOI: 10.1016/j.mayocp.2018.07.017
- Электронная база «Перспективный регистр лиц, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию» (свидетельство № 2021622535). Ярославская Е.И., Петелина Т.И., Мусихина А., Горбатенко Е.А., Криночкин Д.В., Гульгяева Е.П., Широков Н.Е., Гаранина В.Д. Зарегистрирована в Реестре баз данных 18 ноября 2021 г.
Electronic database “Prospective register of persons who have had COVID-19-associated pneumonia” (certificate No. 2021622535). Yaroslavskaya E.I., Petelina T.I., Musikhina N.A., Gorbatenko E.A., Krinochkin D.V., Gulyaeva E.P., Shirokov N.E., Garanina V.D. Registered in the Database Registry on November 18, 2021.
- Мареев В.Ю., Фомин И.В., Агеев Ф.Т., Беграмбекова Ю.Л., Васюк Ю.А., Гарганеева А.А. и др. Клинические рекомендации ОССН – РКО – РНМОТ. Сердечная недостаточность: хроническая (ХСН) и острая декомпенсированная (ОДСН). Диагностика, профилактика и лечение. *Кардиология.* 2018; 58 (6S): 8–158. DOI: 10.18087/cardio.2475
Mareev V.Yu., Fomin I.V., Ageev F.T., Begrambekova Yu.L., Vasyuk Yu.A., Garganeeva A.A. et al. Russian Heart Failure Society, Russian Society of Cardiology. Russian Scientific Medical Society of Internal Medicine Guidelines for Heart failure: chronic (CHF) and acute decompensated (ADHF). Diagnosis, prevention and treatment. *Kardiologiya.* 2018; 58 (6S): 8–158 (in Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2475
- Кобалава Ж.Д., Конради А.О., Недогода С.В., Шляхто Е.В., Арутюнов Г.П., Баранова Е.И. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал.* 2020; 25 (3): 3786. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-3-3786
Kobalava Z.D., Konradi A.O., Nedogoda S.V., Shlyakhto E.V., Arutyunov G.P., Baranova E.I. Arterial hypertension in adults. Clinical guidelines 2020. *Russian Journal of Cardiology.* 2020; 25 (3): 3786 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2020-3-3786
- Морозов С.П., Проценко Д.Н., Сметанина С.В., Андрейченко А.Е., Амброси О.Е., Баланык Э.А. и др. Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов: препринт № ЦДТ – 2020 – I. Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». М.: НПКЦ ДИТ ДЗМ; 2020: 60.
Morozov S.P., Protsenko D.N., Smetanina S.V., Andreichenko A.E., Ambrosi O.E., Balanyuk E.A. et al. Radiation diagnosis of coronavirus disease (COVID-19): organization, methodology, interpretation of results: preprint № TsDT – 2020 – I. Series “Best Practices in Radiation and Instrumental Diagnostics”. Moscow; 2020: 60 (in Russ.).
- Pieske B., Tschöpe C., de Boer R.A., Fraser A.G., Anker S.D., Donal E. et al. How to diagnose heart failure with preserved ejection fraction: the HFA-PEFF diagnostic algorithm: a consensus recommendation from the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2019; 40 (40): 3297–17. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz641
- Alcidi G.M., Esposito R., Evola V., Santoro C., Lembo M., Sorrentino R. et al. Normal reference values of multilayer longitudinal strain according to age decades in a healthy population: A single-centre experience. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2018; 19 (12): 1390–6. DOI: 10.1093/ehjci/jex306
- Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015; 28 (1): 1–39.e14. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003
- Marwick T.H., Gillebert T.C., Aurigemma G., Chirinos J., Derumeaux G., Galderisi M. et al. Recommendations on the use of echocardiography in adult hypertension: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the American Society of Echocardiography (ASE). *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2015; 16 (6): 577–605. DOI: 10.1093/ehjci/jev076
- Криночкин Д.В., Ярославская Е.И., Широков Н.Е., Гульгяева Е.П., Криночкина И.Р., Коровина И.О. и др. Сердечно-сосудистый статус и динамика эхокардиографических показателей лиц, перенесших COVID-19 пневмонию, через три месяца после выписки из стационара. *Российский кардиологический журнал.* 2021; 26 (9): 4656. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4656
Krinochkin D.V., Yaroslavskaya E.I., Shirokov N.E., Gulyaeva E.P., Krinochkina I.R., Korovina I.O. et al. Cardiovascular status and echocardiographic changes in survivors of COVID-19 pneumonia three months after hospital discharge. *Russian Journal of Cardiology.* 2021; 26 (9): 4656 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4656
- Широков Н.Е., Ярославская Е.И., Криночкин Д.В., Осокина Н.А. Динамика глобальной и сегментарной деформации как маркер восстановления сократимости правого желудочка у пациентов, перенесших COVID-19-пневмонию. *Российский кардиологический журнал.* 2023; 28 (1): 5212. DOI: 10.15829/1560-4071-2023-5212
Shirokov N.E., Yaroslavskaya E.I., Krinochkin D.V., Osokina N.A. Dynamics of global and segmental strain as a

- marker of right ventricular contractility recovery in patients after COVID-19 pneumonia. *Russian Journal of Cardiology*. 2023; 28 (1): 5212 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2023-5212
13. Чистякова М.В., Говорин А.В., Зайцев Д.Н., Калинкина Т.В., Медведева Н.А., Курохтина А.А., Чистяков Р.О. Кардиогемодинамические изменения и нарушения ритма сердца после перенесенной коронавирусной инфекции. *Кардиология*. 2023; 63 (2): 27–33. DOI: 10.18087/cardio.2023.2.n1973
Chistiakova M.V., Govorin A.V., Zaitsev D.N., Kalinkina T.V., Medvedeva N.A., Kurokhtina A.A., Chistyakov R.O. Cardiohemodynamic changes and cardiac arrhythmias after coronavirus infection. *Kardiologiya*. 2023; 63 (2): 27–33 (in Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2023.2.n1973
 14. Lassen M.C.H., Skaarup K.G., Nørgaard J.N., Alhakak A.S., Sengeløv M., Nielsen A.B. et al. Recovery of cardiac function following COVID-19 infection: ECHOVID-19 – a longitudinal cohort study. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2021; 77 (18): 3035. DOI: 10.1016/S0735-1097(21)04390-4
 15. Ikonomidis I., Lambadiari V., Mitrakou A., Kountouri A., Katogiannis K., Thymis J. et al. Myocardial work and vascular dysfunction are partially improved at 12 months after COVID-19 infection. *Eur. J. Heart Fail*. 2022; 24 (4): 727–9. DOI: 10.1002/ejhf.2451
 16. Ovrebotten T., Myhre P.L., Grimsmo J., Mecinaj A., Trebinjac D., Nossen M.B. et al. Changes in cardiac structure and function from 3 to 12 months after hospitalization for COVID-19. *Clin. Cardiol*. 2022; 45: 1044–52. DOI: 10.1002/clc.23891
 17. Anjan V.Y., Loftus T.M., Burke M.A., Akhter N., Fonarow G.C., Gheorghide M. et al. Prevalence, clinical phenotype, and outcomes associated with normal B-type natriuretic peptide levels in heart failure with preserved ejection fraction. *Am. J. Cardiol*. 2012; 110 (6): 870–6. DOI: 10.1016/j.amjcard.2012.05.014

Вклад авторов: Криночкин Д.В. – разработка дизайна исследования, обследование пациентов, проверка критически важного содержания; Ярославская Е.И. – отбор пациентов, обработка, анализ и интерпретация данных, утверждение рукописи для публикации; Широков Н.Е. – обзор публикаций по теме статьи; Горбатенко Е.А. – статистическая обработка данных; Гулятьева Е.П. – обследование и лечение пациентов; Криночкина И.Р. – обследование и лечение пациентов; Коровина И.О. – обследование и лечение пациентов; Осокина Н.А. – сбор клинического материала; Мигачева А.В. – сбор клинического материала; Калюжная Е.Н. – сбор клинического материала.

Contribution: Krinochkin D.V. – study concept and design; patients diagnostic, supervision and validation; Yaroslavskaya E.I. – patients screening, material collection and processing; formal analysis and investigation, approval of the final version; Shirokov N.E. – review of publications on the topic of the article; Gorbatenko E.A. – statistical data processing; Gulyaeva E.P. – patients diagnostic and treatment; Krinochkina I.R. – patients diagnostic and treatment; Korovina I.O. – patients diagnostic and treatment; Osokina N.A. – material collection and processing; Migacheva A.V. – material collection and processing; Kalyuzhnaya E.N. – material collection and processing.