

Криночкин Д.В.<sup>1</sup>, Ярославская Е.И.<sup>1</sup>, Широков Н.Е.<sup>1</sup>, Горбатенко Е.А.<sup>1</sup>, Гультяева Е.П.<sup>1</sup>,  
Криночкина И.Р.<sup>2</sup>, Коровина И.О.<sup>3</sup>, Гаранина В.Д.<sup>1</sup>, Осокина Н.А.<sup>2</sup>, Мигачева А.В.<sup>2</sup>

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ И ВЗАИМОСВЯЗИ ГЛОБАЛЬНОЙ ПРОДОЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ЧЕРЕЗ ТРИ МЕСЯЦА ПОСЛЕ COVID-19

<sup>1</sup>Тюменский кардиологический научный центр, филиал ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», 625026, Тюмень, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Тюменский государственный медицинский университет Минздрава России, 625023, Тюмень, Россия

<sup>3</sup>ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница № 1», 625023, Тюмень, Россия

**Цель.** Изучить распространенность сердечно-сосудистой патологии и взаимосвязи глобальной продольной деформации левого желудочка (LV GLS) у лиц через 3 мес. после доказанной пневмонии COVID-19. **Материал и методы.** 369 пациентов, перенесших доказанную пневмонию COVID-19, прошли комплексное клиническое обследование и эхокардиографию (ЭхоКГ) через 3 мес. ± 3 нед. после выписки из стационара. Средний возраст 54 [46; 61] года; 50,9% женщин. LV GLS изучена у 284 (77%) обследованных с оптимальным качеством визуализации при ЭхоКГ. LV GLS считали сниженной при значении > -18%. **Регистрация исследования:** идентификатор ClinicalTrials.gov: NCT04501822. **Результаты.** Через 3 мес. после выписки ожирение отмечали у 46,5%, сердечно-сосудистые заболевания диагностированы у 73,4% пациентов, в том числе впервые выявленные у 8,4%. Артериальная гипертензия (АГ) встречалась у 71,5%, ишемическая болезнь сердца (ИБС) — у 22,5%. Средняя фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) составила 67,8 ± 5,0%, средняя величина LV GLS -19,5 ± 2,3%. Снижение LV GLS было выявлено у 24,4% обследованных. Выявлена связь снижения LV GLS с мужским полом (ОШ 1,399; 95% ДИ 1,239–1,580;  $p < 0,001$ ), ожирением (ОШ 1,268; 95% ДИ 1,132–1,421;  $p < 0,0001$ ), сахарным диабетом (ОШ 1,204; 95% ДИ 1,017–1,425;  $p = 0,031$ ) и АГ (ОШ 1,120; 95% ДИ 1,002–1,252;  $p = 0,046$ ). LV GLS не продемонстрировала связей с возрастом пациентов, функциональным классом хронической сердечной недостаточности и ФВ ЛЖ. Были выявлены корреляционные связи LV GLS средней силы с эхокардиографическими параметрами правого желудочка (ПЖ): его длиной ( $r = 0,346$ ), диастолической ( $r = 0,333$ ) и систолической площадью ( $r = 0,326$ ), шириной на базальном ( $r = 0,358$ ) и среднем уровнях ( $r = 0,321$ ), а также с размером проксимального отдела выводного тракта ПЖ по короткой оси ( $r = 0,302$ , все  $p < 0,001$ ). С выраженностью поражений легких во время госпитализации LV GLS показала слабую корреляционную связь ( $r = 0,184$ ;  $p = 0,002$ ). **Выводы.** Через 3 мес. после пневмонии COVID-19 сердечно-сосудистые заболевания диагностированы у 73,4%, в том числе впервые выявленные — у 8,4%. Сниженная LV GLS наблюдается у 24,4% обследованных и ассоциирована с мужским полом, ожирением, сахарным диабетом, АГ, а также с большими линейными и планиметрическими параметрами ПЖ.

**Ключевые слова:** пневмония COVID-19; сердечно-сосудистые заболевания; эхокардиография; деформация миокарда левого желудочка; правый желудочек.

**Для цитирования:** Криночкин Д.В., Ярославская Е.И., Широков Н.Е., Горбатенко Е.А., Гультяева Е.П., Криночкина И.Р., Коровина И.О., Гаранина В.Д., Осокина Н.А., Мигачева А.В. Распространенность сердечно-сосудистой патологии и взаимосвязи глобальной продольной деформации левого желудочка через три месяца после COVID-19. *Клиническая медицина*. 2023;101(2–3):123–130. DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2023-101-2-3-123-130>

**Для корреспонденции:** Криночкин Дмитрий Владиславович — e-mail: [Krin@infarkta.net](mailto:Krin@infarkta.net)

**Krinochkin D.V.<sup>1</sup>, Yaroslavskaya E.I.<sup>1</sup>, Shirokov N.E.<sup>1</sup>, Gorbatenko E.A.<sup>1</sup>, Gulyaeva E.P.<sup>1</sup>,  
Krinochkina I.R.<sup>2</sup>, Korovina I.O.<sup>3</sup>, Garanina V.D.<sup>1</sup>, Osokina N.A.<sup>2</sup>, Migacheva A.V.<sup>2</sup>**

## PREVALENCE OF CARDIOVASCULAR PATHOLOGY AND RELATIONSHIP OF LEFT VENTRICULAR GLOBAL LONGITUDINAL STRAIN THREE MONTHS AFTER COVID-19

<sup>1</sup>Tyumen Cardiology Research Center, a branch of the Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, 625026, Tyumen, Russia

<sup>2</sup>Tyumen State Medical University of the Ministry of Health of Russia, 625026, Tyumen, Russia

<sup>3</sup>Regional Clinical Hospital No. 1, 625023, Tyumen, Russia

**Purpose:** To study the prevalence of cardiovascular diseases and the correlations of left ventricle global longitudinal strain (LV GLS) in patients 3 months after proven COVID-19 pneumonia. **Material and methods.** 369 patients with proven COVID-19 pneumonia underwent a comprehensive clinical examination and echocardiography (EchoCG) after 3 months ± 3 weeks after their discharge from the hospital. Mean age of the patients was 54 [46; 61]; 50.9% of them were women. LV GLS was studied in 284 (77%) of patients with optimal visualization quality during echocardiography. LV GLS was considered reduced in the limit of > -18%. **Study Registration:** ClinicalTrials.gov ID: NCT04501822. **Results.** 3 months after discharge, obesity was noted in 46.5% of patients, cardiovascular diseases were diagnosed in 73.4%, including de novo in 8.4%. Arterial hypertension occurred in 71.5% of patients, coronary artery disease — in 22.5%. The average left ventricle (LV) ejection fraction was 67.8 ± 5.0%, the average LV GLS was -19.5 ± 2.3%. LV GLS was reduced in 24.4% of the patients. LV GLS showed no correlation with the patient age, NYHA functional class and LV ejection fraction. Reduced LV GLS was independently associated with male sex (OR 1.399; 95% CI 1.239–1.580;  $p < 0.001$ ), obesity (OR 1.268; 95% CI 1.132–1.421;  $p < 0.0001$ ), diabetes mellitus (OR 1.204; 95% CI 1.017–1.425;  $p = 0.031$ ) and hypertension (OR 1.120; 95% CI 1.002–1.252;  $p = 0.046$ ). LV GLS showed moderate positive correlations with echocardiographic parameters of right ventricle (RV): the length ( $r = 0.346$ ), diastolic ( $r = 0.333$ ) and systolic area ( $r = 0.326$ ), width at the basal ( $r = 0.358$ ) and midlevel ( $r = 0.321$ ), as well as with the dimension of the proximal RV outflow tract ( $r = 0.302$ , all  $p < 0.001$ ). LV GLS showed a weak correlation with the severity of lung lesions during hospitalization ( $r = 0.184$ ;  $p = 0.002$ ). **Conclusions.** 3 months after COVID-19 pneumonia, cardiovascular diseases

were diagnosed in 73.4%. Reduced LV GLS was observed in 24.4% of survivors and was associated with male sex, obesity, diabetes mellitus, arterial hypertension and linear and planimetric RV dimensions.

**Key words:** COVID-19 pneumonia; cardiovascular disease; echocardiography; left ventricular global longitudinal strain; right ventricle.

**For citation:** Krinochkin D.V., Yaroslavskaya E.I., Shirokov N.E., Gorbatenko E.A., Gulyaeva E.P., Krinochkina I.R., Korovina I.O., Garanina V.D., Osokina N.A., Migacheva A.V. Prevalence of cardiovascular pathology and relationship of left ventricular global longitudinal strain three months after COVID-19. *Klinicheskaya meditsina*. 2023;101(2–3):123–130.

DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2023-101-2-3-123-130>

**For correspondence:** Dmitry V. Krinochkin — e-mail: [Krin@infarkta.net](mailto:Krin@infarkta.net).

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

**Acknowledgments.** The study had no sponsorship.

Received 06.10.2022

Как известно, последствия действия вируса SARS-CoV-2 на сердечно-сосудистую систему могут носить долгосрочный характер. При одномоментном срезовом обследовании 443 жителей Гамбурга, перенесших инфекцию SARS-CoV-2 в основном легкой и средней степени тяжести, в среднем через 9,6 мес. после заболевания в сравнении с сопоставимой по полу и возрасту контрольной группой было выявлено, что легкое или среднетяжелое течение COVID-19 связано с последующими признаками субклинического полиорганного поражения преимущественно легких, сердечно-сосудистой, свертывающей систем и почек. В частности, у перенесших COVID-19 несколько более низкими в сравнении с группой контроля были показатели функции желудочков сердца [1].

Уже доказано, что риск возникновения сердечно-сосудистых осложнений выходит далеко за рамки острой фазы COVID-19. При анализе данных 153 760 переболевших при наблюдении в среднем 347 дней после получения положительного теста риск развития миокардита повысился в 5,4 раза, острого коронарного синдрома — в 1,7 раза, инфаркта миокарда — в 1,6 раза, сердечной недостаточности — в 1,7 раза, мерцательной аритмии — в 1,7 раза, остановки сердца — в 2,5 раза. Причем риски повышались не только у тех, кто перенес тяжелое течение острого периода инфекции, потребовавшее госпитализации, но и у амбулаторных пациентов [2]. Это говорит о том, что пандемия значительно увеличит количество больных сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ), и последствия будут иметь долгосрочный характер. Изучение сердечно-сосудистого статуса перенесших COVID-19 — необходимое условие своевременного выявления вновь развившихся ССЗ и профилактики их осложнений.

Продольная деформация левого желудочка (ЛЖ) — высокочувствительный эхокардиографический маркер субклинической миокардиальной дисфункции. Рядом исследований доказано снижение глобальной и сегментарной продольной деформации ЛЖ при COVID-19 в остром периоде, однако данные изучения этих параметров в восстановительном периоде немногочисленны [3, 4].

**Цель.** Изучить распространенность сердечно-сосудистой патологии и взаимосвязи глобальной продольной деформации левого желудочка (LV GLS) у пациентов через 3 мес. после доказанной пневмонии COVID-19.

## Материал и методы

В данном исследовании представлены результаты первого этапа «Проспективного наблюдения пациентов, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию», проведенного в Тюменском кардиологическом научном центре. Наблюдение соответствует стандартам клинической практики (Good Clinical Practice), положениям Хельсинкской декларации. Протокол одобрен локальным этическим комитетом (№159 от 23.07.2020). Пациенты идентифицированы по данным системы IC моноинфекционного госпиталя в период с апреля 2020 г. по январь 2021 г. **Критерии включения:** лабораторно подтвержденный диагноз пневмонии COVID-19, желание пациента участвовать в наблюдении. **Критерии не включения:** хронические заболевания в стадии обострения, в анамнезе онкологические заболевания, выявленные в течение последних 5 лет, туберкулез и другие заболевания, сопровождающиеся пневмофиброзом, ВИЧ, гемодинамически значимые пороки сердца, хронические гепатиты. В исследование включено 380 пациентов через 92 [81–99] дня после выписки из стационара, в возрасте от 19 до 84 лет (средний возраст  $52,4 \pm 11,4$  года), из которых 188 (50,9%) женщины. **Критерии исключения:** неудовлетворительная визуализация при эхокардиографии (ЭхоКГ), беременность, выявленные за период наблюдения онкологические заболевания, отказ от участия (исключены 11 пациентов). Проанализированы данные оставшихся 369 пациентов. Средний возраст обследованных составил 54 [46; 61] года, 50,9% женщин. По данным компьютерной томографии (КТ) легких при госпитализации поражения легкой степени отмечались у 15,6% пациентов, среднетяжелые у 33,1%, тяжелые у 39,4%, критические у 11,9%. Средний процент поражения легочной ткани при госпитализации составил 52% [32; 64]. Лечение в отделениях реанимации и интенсивной терапии подверглись 10,5% пациентов.

Результаты обследования в госпитальном периоде изучены по выпискам из историй заболевания. Через 3 мес. после выписки всем проводилось клиническое обследование, включавшее ЭхоКГ с использованием ультразвуковой диагностической системы Vivid S70, матричного датчика M5Sc-D (1,5–4,6 МГц). Архив изображений ЭхоКГ сохранен в формате DICOM, постпроцессинговую обработку проводили на рабочей станции

IntelliSpace Cardiovascular с программой TomTec (Philips, США). Проведенные при ЭхоКГ измерения подробно описаны ранее [5]. Из 369 обследованных параметры глобальной и сегментарной продольной миокардиальной деформации ЛЖ изучены у 284 (77%) лиц с оптимальным качеством визуализации. Данные оценивали в записи в режиме AFI (Automatic Functional Imaging) на базе функции 2D Strain с частотой кадров более 60 в секунду [6–8]. Нижней границей нормы считали значение глобальной продольной деформации (LV GLS) < -18% [6–8]. Результаты обследования внесены в электронную базу, зарегистрированную в государственном реестре (свидетельство № 2021622535 от 18.11.2021).

Статистический анализ проводился с помощью пакета прикладных программ SPSS 21 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) и Statistica 12.0. Распределение переменных оценивали по критерию Колмогорова–Смирнова. При нормальном распределении количественных данных показатели представлены в виде среднего  $\pm$  стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ), в случае распределения, отличного от нормального, — в виде медианного значения ( $Me$ ) и интерквартильного размаха в 25 и 75 перцентилей [25; 75]. Сравнение показателей между группами проводили в зависимости от распределения количественных данных критерием Стьюдента для независимых групп или критерием Манна–Уитни. Различия между категориальными переменными оценивали критерием  $\chi^2$ . Результаты считали статистически значимыми при уровне  $p < 0,05$ . Связи LV GLS с количественными параметрами анализировали с применением корреляции Спирмена с категориальными параметрами — с помощью расчета критерия отношения шансов OR [95% CI]. Оценка силы корреляционных связей LV GLS проводилась в соответствии со шкалой Чеддока.

## Результаты

Через 3 мес. после выписки нормализация данных КТ легких наблюдалась у 40% обследованных. Ожирение выявлено у 46,5% лиц, избыточный вес у 34%. ССЗ имели 73,4% обследуемых, в том числе артериальную гипертензию (АГ), ишемическую болезнь сердца (ИБС), хроническую сердечную недостаточность (ХСН), нарушения сердечного ритма и проводимости. Большинство этих пациентов имели ССЗ до пневмонии. Впервые зарегистрировано 28 случаев АГ и 4 случая ИБС, из которых один сопровождался АГ. Всего в восстановительном периоде впервые зарегистрирован 31 случай ССЗ (8,4%). Самую высокую распространенность имела АГ (71,5%). Чаще регистрировали АГ 2-й и 3-й степени — по 41,2%, реже — 1-й степени (17,6%). Во время госпитализации тромбоэмболия легочной артерии была диагностирована у 2 пациентов, тромбозы периферических вен у 6 пациентов. ИБС встречалась у 22,5% обследуемых, причем у большинства из них ИБС сопровождалась АГ (у 21% из 22,5%). Инфаркт миокарда в анамнезе имели 20 (5,4%) пациентов. Признаки ХСН выявлены у 49,1% пациентов. Из них I функциональный класс (ФК) ХСН по классификации Нью-Йоркской

ассоциации сердца (NYHA) демонстрировали 30,4% пациентов, ФК II — 16,8%, ФК III — 4,9%. У 19,8% пациентов выявлены нарушения сердечного ритма и проводимости: синусовые аритмии, экстрасистолия, фибрилляция и трепетание предсердий, внутрисердечные блокады. Распространенность нарушений гликемического профиля составила 14,4%, из них большинство (11,6%) представлено сахарным диабетом (СД) 2-го типа, нарушения гликемии натощак имели 8 (2,2%) пациентов.

Клинические данные и эхокардиографические параметры левых отделов сердца пациентов через 3 мес. после выписки представлены в табл. 1. Средний индекс массы тела соответствовал избыточной массе тела. Средние цифры артериального давления не превышали порог нормы. Средние величины параметров ЭхоКГ также не выходили за рамки нормы. Снижение ФВ ЛЖ отмечено у 2 пациентов с ИБС и признаками постинфарктных изменений миокарда ЛЖ (0,5%). Выпот в перикарде диагностирован у 3 (0,8%) пациентов.

Эхокардиографические характеристики правых отделов сердца приведены в табл. 2. Их средние величины также соответствовали норме. Частота выявления признаков легочной гипертензии (расчетное систолическое давление в легочной артерии выше 36 мм рт. ст.) составила 4,3%.

Нарушение деформационных свойств ЛЖ было выявлено почти у четверти обследованных с его оптимальной визуализацией (табл. 3). Средние показатели продольной деформации ЛЖ были сравнительно ниже преимущественно на базальном уровне (в передних, нижнем и боковом сегментах), а также в переднем и боковом сегментах среднего уровня.

Методом отношения шансов было выявлено влияние на ухудшение LV GLS следующих категориальных характеристик: мужского пола (ОШ 1,399; 95% ДИ 1,239–1,580;  $p < 0,001$ ), наличия ожирения (ОШ 1,268; 95% ДИ 1,132–1,421;  $p < 0,0001$ ), сахарного диабета (ОШ 1,204; 95% ДИ 1,017–1,425;  $p = 0,031$ ) и АГ (ОШ 1,120; 95% ДИ 1,002–1,252;  $p = 0,046$ ). Выявлены положительные корреляционные связи средней силы LV GLS с эхокардиографическими параметрами правого желудочка (ПЖ): длиной ( $r = 0,346$ ), диастолической ( $r = 0,333$ ) и систолической площадью ( $r = 0,326$ ), шириной на базальном ( $r = 0,358$ ) и среднем уровнях ( $r = 0,321$ ), а также с размером проксимального отдела выводного тракта ПЖ по короткой оси ( $r = 0,302$ , все  $p < 0,001$ ). С выраженностью поражений легких во время госпитализации LV GLS показала слабую положительную корреляционную связь ( $r = 0,184$ ;  $p = 0,002$ ) — так же, как с систолическим ( $r = 0,177$ ;  $p = 0,003$ ) и диастолическим артериальным давлением ( $r = 0,213$ ;  $p < 0,001$ ). Выявлены слабые отрицательные корреляционные связи между LV GLS и скоростью движения фиброзного кольца митрального клапана ( $e'$ ) — латеральной ( $r = -0,160$ ;  $p = 0,007$ ) и септальной его частей ( $r = -0,186$ ;  $p = 0,002$ ). LV GLS не продемонстрировала связей с возрастом пациентов, ФК ХСН, ФВ ЛЖ, суммой ССЗ.

Таблица 1

**Клинические параметры и эхокардиографические характеристики левых отделов сердца лиц, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию, через 3 мес. после выписки из стационара**

| Показатель   | Общая группа (n = 369)                 |
|--|--|
| Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>                                     | 30,0 ± 5,6                             |
| Площадь поверхности тела, м <sup>2</sup>                                 | 2,0 ± 0,2                              |
| Частота сердечных сокращений в минуту                                    | 74,0 ± 10,9                            |
| Частота дыхательных движений в минуту                                    | 16,0 [14,0; 19,0]                      |
| Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.                          | 130 [120; 140]                         |
| Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.                         | 85 [80; 94]                            |
| Эхокардиографические характеристики левых отделов сердца                 |  |
| Корень аорты   | мм<br>32,3 ± 3,6                       |
|  | мм/м <sup>2</sup><br>16,6 ± 1,9        |
| Межжелудочковая перегородка  | мм<br>10,5 ± 1,5                       |
|  | мм/м <sup>2</sup><br>5,4 ± 0,7         |
| Задняя стенка ЛЖ   | мм,<br>9,7 ± 1,0                       |
|  | мм/м <sup>2</sup><br>5,0 ± 0,6         |
| КДО ЛЖ   | мл<br>89,8 ± 25,3                      |
|  | мл/м <sup>2</sup><br>45,4 ± 10,5       |
| Увеличение КДО ЛЖ, n (%)   | 21 (5,7)                               |
| Длина ЛЖ, мм   | 82,0 [76,0; 87,0]                      |
| КСО ЛЖ   | мл<br>29,2 ± 10,6                      |
|  | мл/м <sup>2</sup><br>14,8 ± 4,7        |
| Увеличение КСО ЛЖ, n (%)   | 6 (1,6)                                |
| Масса миокарда ЛЖ по формуле «площадь–длина»                             | г<br>151,7 ± 41,2                      |
|  | г/м <sup>2</sup><br>76,8 ± 16,6        |
| Ударный объем ЛЖ, мл   | 67,4 ± 21,1                            |
| Ударный индекс ЛЖ, мл/м <sup>2</sup>                                     | 34,4 ± 10,6                            |
| Фракция выброса ЛЖ (2D Simpson), %                                       | 68 [65; 71]                            |
| Митральная регургитация ≥ 2-й степени, n (%)                             | 3 (0,8)                                |
| Минутный объем сердца, л/мин   | 5,0 ± 1,7                              |
| Сердечный индекс, л/мин/м <sup>2</sup>                                   | 2,5 ± 0,8                              |
| Время кровотока в аорте, мс  | 296,0 ± 32,4                           |
| Интеграл кровотока в выводном тракте ЛЖ, мс                              | 21,1 ± 4,6                             |
| Время изоволюмического расслабления ЛЖ, IVRT, мс                         | 100,4 ± 24,1                           |
| Время изоволюмического сокращения ЛЖ, IVCT, мс                           | 65,0 [53,0; 80,0]                      |
| Время замедления раннего диастолического наполнения ЛЖ, DT, мс           | 208,0 [171,0; 247,0]                   |
| Скорость раннего диастолического наполнения ЛЖ, E, см/с                  | 71,4 ± 16,7                            |
| Скорость позднего диастолического наполнения ЛЖ, A, см/с                 | 70,5 ± 17,2                            |
| Пиковая скорость латеральной части митрального кольца, e' later MR, см/с | 10,0 [8,0; 13,0]                       |
| Пиковая скорость септальной части митрального кольца, e' sept MR, см/с   | 8,0 [8,0; 10,0]                        |
| Скорость кровотока в правой легочной вене, см/с                          | волна S<br>58,4 ± 10,7                 |
|  | волна D<br>40,0 [35,0; 46,0]           |
| Передне-задний размер левого предсердия                                  | мм<br>36,0 [34,0; 39,0]                |
|  | мм/м <sup>2</sup><br>18,75 ± 2,1       |
| Максимальный объем левого предсердия                                     | мл<br>46,0 [38,0; 58,0]                |
|  | мл/м <sup>2</sup><br>23,7 [20,3; 28,2] |
| Минимальный объем левого предсердия                                      | мл<br>18,0 [14,0; 23,0]                |
|  | мл/м <sup>2</sup><br>9,4 [7,3; 11,6]   |
| Общий объем опорожнения левого предсердия                                | мл<br>29,3 ± 9,2                       |
|  | мл/м <sup>2</sup><br>14,9 ± 4,4        |
| Фракция опорожнения левого предсердия, %                                 | 59,9 ± 9,5                             |
| Толщина эпикардальной жировой ткани, мм                                  | 7,0 [6,0; 8,0]                         |

Примечание. Данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха — Me [Q1–Q3]; среднего ± стандартного отклонения — M ± SD; количества пациентов — n (%); ЛЖ — левый желудочек; КДО — конечно-диастолический объем; КСО — конечно-систолический объем.

Таблица 2

**Эхокардиографические параметры правых отделов сердца**

| Показатель  |                                 | Общая группа (n = 369) |
|---|---------------------------------|------------------------|
| Максимальный объем правого предсердия                                       | мл                              | 30,0 [24,0; 38,0]      |
|   | мл/м <sup>2</sup>               | 15,7 [12,4; 18,9]      |
| Максимальная длина правого предсердия                                       | мм                              | 49,1 ± 6,0             |
|   | мм/м <sup>2</sup>               | 25,2 ± 3,1             |
| Максимальная ширина правого предсердия                                      | мм                              | 34,7 ± 5,6             |
|   | мм/м <sup>2</sup>               | 17,8 ± 2,8             |
| Передне-задний размер ПЖ  | мм                              | 25,8 ± 3,0             |
|   | мм/м <sup>2</sup>               | 13,2 ± 1,7             |
| Увеличение передне-заднего размера ПЖ, n (%)                                |                                 | 13 (3,5)               |
| Диастолическая площадь ПЖ   | см <sup>2</sup>                 | 16,1 ± 4,0             |
|   | см <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> | 8,2 ± 1,8              |
| Увеличение диастолической площади ПЖ, n (%)                                 |                                 | 19 (5,2)               |
| Увеличение индекса диастолической площади ПЖ, n (%)                         |                                 | 8 (2,2)                |
| Систолическая площадь ПЖ  | см <sup>2</sup>                 | 7,8 ± 2,5              |
|   | см <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> | 4,0 ± 1,10             |
| Увеличение систолической площади ПЖ, n (%)                                  |                                 | 10 (2,7)               |
| Увеличение индекса систолической площади ПЖ, n (%)                          |                                 | 3 (0,8)                |
| Фракция изменения площади ПЖ, FAC RV, %                                     |                                 | 51,5 ± 8,7             |
| Амплитуда смещения фиброзного кольца трикуспидального клапана, TAPSE, мм    |                                 | 23 [21; 25]            |
| Снижение TAPSE, n (%)   |                                 | 8 (2,2)                |
| Базальный поперечный размер ПЖ, мм  |                                 | 31,9 ± 5,6             |
| Увеличение базального поперечного размера ПЖ, n (%)                         |                                 | 10 (2,7)               |
| Средний поперечный размер ПЖ, мм  |                                 | 26,6 ± 5,2             |
| Увеличение среднего поперечного размера ПЖ, n (%)                           |                                 | 5 (1,4)                |
| Продольный размер ПЖ, мм  |                                 | 49,1 ± 6,0             |
| Увеличение продольного размера ПЖ, n (%)                                    |                                 | 15 (4,1)               |
| Индекс сферичности ПЖ, базальный, мм  |                                 | 0,5 ± 0,1              |
| Индекс сферичности ПЖ, средний, мм  |                                 | 0,4 ± 0,1              |
| Проксимальный отдел выводного тракта ПЖ по короткой оси, RVOT Prox, мм      |                                 | 28,4 ± 2,9             |
| Увеличение RVOT Prox, n (%)   |                                 | 5 (1,4)                |
| Дистальный отдел выводного тракта ПЖ по короткой оси, RVOT Distal, мм       |                                 | 20,9 ± 2,8             |
| Увеличение RVOT Distal, n (%)   |                                 | 10 (2,7)               |
| Толщина свободной стенки ПЖ, мм   |                                 | 4,4 ± 0,8              |
| Гипертрофия ПЖ, n (%)   |                                 | 31 (8,4)               |
| Диаметр ствола легочной артерии, мм   |                                 | 18,5 ± 2,3             |
| Пиковая скорость трикуспидальной регургитации, см/с                         |                                 | 2,0 [1,8; 2,3]         |
| Трикуспидальная регургитация ≥ 2-й степени, n (%)                           |                                 | 3 (0,8)                |
| Расчетное систолическое давление в легочной артерии, по С. Otto, мм рт. ст. |                                 | 21,0 [18,0; 26,0]      |
| Скорость S' трикуспидального кольца, см/с                                   |                                 | 10,0 [8,0; 12,0]       |
| Время ускорения кровотока в легочной артерии, мс                            |                                 | 114,5 ± 24,6           |
| Интеграл кровотока в выводном тракте ПЖ, см                                 |                                 | 16,8 [14,8; 19,4]      |

Примечание. Данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха — Me [Q1; Q3]; среднего ± стандартного отклонения — M ± SD; количества пациентов — n (%); ПЖ — правый желудочек.

Таблица 3

Показатели деформации левого желудочка,  $n$  (%),  $M \pm SD$ 

| Параметр продольной деформации          | Группа с удовлетворительной визуализацией ( $n = 284$ ) |
|---|---|
| Глобальная                              | $-19,5 \pm 2,3$   |
| Глобальная деформация $> -18\%$         | 69 (24,4)   |
| Базальный передний сегмент              | $-17,0 \pm 4,2$   |
| Базальный переднеперегородочный сегмент | $-16,4 \pm 3,4$   |
| Базальный нижнеперегородочный сегмент   | $-19,2 \pm 3,6$   |
| Базальный нижний сегмент                | $-16,6 \pm 3,0$   |
| Базальный боковой сегмент               | $-17,1 \pm 3,8$   |
| Базальный задний сегмент                | $-18,3 \pm 4,2$   |
| Средний передний сегмент                | $-17,2 \pm 4,3$   |
| Средний переднеперегородочный сегмент   | $-20,3 \pm 3,5$   |
| Средний нижнеперегородочный сегмент     | $-21,2 \pm 3,3$   |
| Средний нижний сегмент                  | $-20,3 \pm 2,9$   |
| Средний боковой сегмент                 | $-17,6 \pm 3,8$   |
| Средний задний сегмент                  | $-19,0 \pm 3,7$   |
| Апикальный передний сегмент             | $-20,9 \pm 5,2$   |
| Апикальный перегородочный сегмент       | $-23,9 \pm 4,5$   |
| Апикальный нижний сегмент               | $-23,0 \pm 4,6$   |
| Апикальный боковой сегмент              | $-21,0 \pm 4,7$   |
| Верхушечный сегмент                     | $-22,3 \pm 4,1$   |

## Обсуждение

При COVID-19 параметры продольной деформации ЛЖ зачастую снижены, несмотря на нормальные в целом значения ФВ ЛЖ [3, 4, 9]. При этом сниженная LV GLS в восстановительном периоде отмечается у значительного количества пациентов: по данным S. Özer и соавт. [9], примерно у трети обследованных через 3 мес. после заражения. В нашем исследовании эта цифра оказалась меньше, что, вероятно, можно объяснить более поздними сроками включения в исследование.

Группа исследователей Ухани не обнаружила структурно-функциональных нарушений миокарда при ЭхоКГ через 327 дней после выздоровления даже у перенесших заболевание критической тяжести, а также имевших при поступлении повышенный уровень тропонинов. При этом средняя величина LV GLS ( $-20 \pm 2\%$ ) [10] несколько превосходила полученное нами значение, несмотря на более старший возраст китайских пациентов и более низкую у них ФВ ЛЖ (63 [61–68]%). Возможно, различия эти обусловлены менее высокой распространенностью АГ (37%) среди пациентов Ухани.

При обследовании 100 пациентов Греции с сохранной ФВ ЛЖ через месяц после установления диагноза COVID-19 величина LV GLS была несколько ниже полученной нами:  $-18,47 \pm 2,4\%$ . По их данным, страдали в большей степени сегменты боковой и задней стенок ЛЖ ( $-17,77 \pm 3,48\%$  и  $-19,52 \pm 5,3\%$  соответственно) [11]. Это несколько отличается от наших результатов,

в соответствии с которыми более низкие значения показали преимущественно передние и боковые сегменты на базальном и среднем уровне. Небольшое исследование с применением магнитно-резонансной томографии (МРТ) у 25 пациентов с острым миокардитом и сохранной ФВ ЛЖ продемонстрировало накопление гадолиния именно боковой стенкой ЛЖ [12]. Поскольку МРТ проводилась в острую стадию заболевания, а наше исследование через 3 мес. после выписки, можно предположить у перенесших COVID-19 более обширное воспаление миокарда, по зонам поражения схожее с вирусным миокардитом.

При пневмонии COVID-19 преимущественно поражаются легкие, поэтому правые отделы сердца претерпевают более выраженные изменения по сравнению с левыми вследствие увеличенной постнагрузки ПЖ [13]. После выздоровления от COVID-19 происходит нормализация структурно-функциональных параметров правых отделов сердца, мы также наблюдали это ранее [5]. Средние структурно-функциональные параметры правых отделов сердца у пациентов этого исследования также находились в рамках нормы. Однако такой общепринятый показатель функции ПЖ, как TAPSE, в нашем исследовании был ниже в сравнении с результатом упомянутой уханьской группы ученых (26 [24–28] мм). Полученная в гамбургском исследовании последствий COVID-19 величина TAPSE (23 [20–26] мм) была ближе к полученной нами, но пиковая скорость трикуспидальной регургитации (2,3 [2,1–2,5] см/с) в этом исследовании была выше, а средние величины ФВ ЛЖ (57,9 [55,7–60,3]%) [1] ниже, чем у пациентов нашего исследования. Возможно, эти различия обусловлены большей длительностью наблюдения германских коллег, что при сопоставимых возрастном-половом составе и коморбидности делает продолжение нашего наблюдения еще более актуальным. Примечательно, что в нашем исследовании связь с LV GLS показали именно параметры, описывающие размеры ПЖ, но не его функцию.

В отличие от L. Croft, E.S. Tryfou и O.F. Vaycan [4, 11, 14], которые не выявили взаимосвязи между величиной LV GLS и тяжестью COVID-19, мы обнаружили слабую, но значимую связь LV GLS с тяжестью поражения легких во время госпитализации. Это согласуется с выявленными нами связями LV GLS с большими размерами ПЖ и говорит о том, что риск латентной систолической дисфункции ЛЖ после выздоровления может зависеть от выраженности респираторной симптоматики в остром периоде заболевания.

Обращает внимание, что из всех параметров диастолической функции ЛЖ продемонстрировала связь с LV GLS только скорость митрального кольца  $e'$ . Не было выявлено корреляционных взаимосвязей со скоростью раннего диастолического наполнения ЛЖ (E) и традиционно используемым расчетным показателем  $E/e'$ . При этом средние значения  $e'$  и для латеральной, и для септальной частей кольца митрального клапана находились в пределах нормы, что также указывает на необходимость дальнейшего наблюдения этих пациентов.

По данным международного регистра АКТИВ (средний возраст  $55 \pm 13$  лет), через 3 мес. после перенесенной COVID-19 у 5,6% пациентов были диагностированы «новые» заболевания, чаще всего представленные АГ, СД 2-го типа, ИБС [15]. В нашем исследовании суммарный процент только ИБС и АГ уже превысил этот показатель. Отчасти это может объяснить более старший возраст пациентов нашего исследования, но можно также предположить влияние более северных широт Тюменского региона, тогда как в регистр АКТИВ кроме жителей РФ вошли жители Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Молдовы, Узбекистана. Таким образом, клиническая значимость исследования состоит в том числе и в установлении факта, что в раннем восстановительном периоде после пневмонии COVID-19 впервые развившиеся ССЗ у жителей Тюменского региона встречаются сравнительно часто.

Г.П. Арутюновым и соавт. было установлено, что полиморбидность, рассчитанная методом простого сложения числа заболеваний у одного пациента, может использоваться как фактор риска летальности в остром периоде новой коронавирусной инфекции. При этом в числе наиболее часто встречающихся нозологий авторы выделяют ССЗ (АГ, ИБС, ХСН), а также сахарный диабет и ожирение [16]. Такой подход является вполне обоснованным при расчете риска летального исхода COVID-19. В нашу же задачу входила оценка вклада в нарушение деформационных свойств ЛЖ именно отдельных нозологий, а не их суммы. Интересно, что в нашем исследовании угнетенная LV GLS не показала связи ни с суммой ССЗ, ни с ИБС в отдельности; самую сильную связь LV GLS продемонстрировала с мужским полом, следующими по силе были связи с ожирением и сахарным диабетом. В то же время выявлена слабая связь LV GLS с уровнем артериального давления и влияние АГ на ухудшение LV GLS. Это делает актуальным проведение в дальнейшем субанализа с исключением больных ИБС.

Ограничения исследования описаны ранее [5]. Показатель LV GLS через 3 мес. после перенесенной пневмонии COVID-19 не продемонстрировал связи с проявлениями ХСН и возрастом пациентов, но оказался связан с мужским полом, ожирением, сахарным диабетом и АГ, а также с более выраженными структурными изменениями ПЖ. Дальнейшее наблюдение поможет выявить лиц, нуждающихся в более активном наблюдении и реабилитационных мероприятиях, направленных на профилактику развития ХСН у данного контингента.

## Заключение

Через 3 мес. после пневмонии COVID-19 сердечно-сосудистые заболевания диагностированы у 73,4%, в том числе впервые выявленные — у 8,4%. Сниженная LV GLS наблюдается у 24,4% выживших и ассоциирована с мужским полом, ожирением, сахарным диабетом, АГ, а также с большими линейными и планиметрическими параметрами ПЖ.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Petersen E.L., Goßling A., Adam G., Aepfelbacher M., Behrendt Ch.-A., Cavus E. et al. Multiorgan assessment in mainly non-hospitalized individuals after SARS-CoV-2 infection: the Hamburg City Health Study COVID programme. *European Heart Journal*. 2022;43:1124–1137. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab914
- Xie Y., Xu E., Bowe B., Ziyad A.-A. Long-term cardiovascular outcomes of COVID-19. *Nature Medicine*. 2022;28:583–590. DOI: 10.1038/s41591-022-01689-3
- Li R., Wang H., Ma F., Cui G.-L., Peng L.-Y., Li Ch.-Z. et al. Widespread myocardial dysfunction in COVID-19 patients, detected by myocardial strain imaging using 2-D speckle-tracking echocardiography. *Acta Pharmacologica Sinica*. 2021;42(10):1567–1574. DOI: 10.1038/s41401-020-00595-z
- Croft L., Krishnamoorthy P., Ro R., Anastasius M., Zhao W., Buckley S. et al. Abnormal left ventricular global longitudinal strain by speckle tracking echocardiography in COVID-19 patients. *Future Cardiology*. 2021;17(4):655–661. DOI: 10.2217/fca-2020-0121
- Криночкин Д.В., Ярославская Е.И., Широков Н.Е., Гульяева Е.П., Криночкина И.Р., Коровина И.О., Мамарина А.В., Осокина Н.А., Мельников Н.Н., Трифанова Т.А., Горбатенко Е.А., Петелина Т.И. 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. [Krinochkin D.V., Yaroslavskaya E.I., Shirokov N.E., Gulyaeva E.P., Krinochkina I.R., Korovina I.O., Mamarina A.V., Osokina N.A., Melnikov N.N., Trifanova T.A., Gorbatenko E.A., Petelina T.I. 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 Russian)]. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4656
- Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F.A. 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. *European Heart Journal — Cardiovascular Imaging*. 2015;16(3):233–271. DOI: 10.1093/ehjci/jev014
- Voigt J.U., Pedrizzetti G., Lysyansky P., Marwick T.H., Houle H., Baumann R., Pedri S. et al. Definition for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *European Heart Journal — Cardiovascular Imaging*. 2015;16:1–11. DOI: 10.1093/ehjci/jeu184
- Kocabay G., Muraru D., Peluso D., Cucchini U., Mihaila S., Padayattil-Jose S. et al. Normal left ventricular mechanics by two-dimensional speckle-tracking echocardiography. Reference values in healthy adults. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*. 2014;67(8):651–658. DOI: 10.1016/j.rec.2013.12.009
- Özer S., Candan L., Özyıldız A.G., Turan O.E. Evaluation of left ventricular global functions with speckle tracking echocardiography in patients recovered from COVID-19. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*. 2021;37(7):2227–2233. DOI: 10.1007/s10554-021-02211-5
- Gao Y.-P., Zhou W., Huang P.-N., Liu H.-Y., Bi X.-J., Zhu Y., Sun J. et al. Normalized Cardiac Structure and Function in COVID-19 Survivors Late After Recovery. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2021;8:756790. DOI: 10.3389/fcvm.2021.756790
- Tryfou E.S., Kostakou P.M., Chasikidis Ch.G., Kostopoulos V.S., Serafetinidis I.I., Ferdianaki E.K. et al. Biventricular myocardial function in Covid-19 recovered patients assessed by speckle tracking echocardiography: a prospective cohort echocardiography study. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*. 2021;38(5):995–1003. DOI: 10.1007/s10554-021-02498-4
- Kostakou P.M., Kostopoulos V.S., Tryfou E.S., Giannaris V.D., Rodis I.E., Olympios Ch.D., Kouris N.T. Subclinical left ventricular dysfunction and correlation with regional strain analysis in myocarditis with normal ejection fraction. A new diagnostic criterion. *International Journal of Cardiology*. 2018;259:116–121. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.01.058
- Ozer P.K., Govdeli E.A., Baykiz D., Karaayvaz E.B., Medetalibeyoglu A., Catma Y., Elitok A. et al. Impairment of right ventricular

- longitudinal strain associated with severity of pneumonia in patients recovered from COVID-19. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*. 2021;37(8):2387–2397. DOI: 10.1007/s10554-021-02214-2
14. Baycan O.F., Barman H.A., Atici A., Tatlisu A., Bolen F., Ergen P., Icten S., Gungor B., Caliskan M. Evaluation of biventricular function in patients with COVID-19 using speckle tracking echocardiography. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*. 2021;37(1):135–144. DOI: 10.1007/s10554-020-01968-5
  15. Арутюнов Г.П., Тарловская Е.И., Арутюнов А.Г., Беленков Ю.Н., Конради А.О., Лопатин Ю.М. и др. Клинические особенности постковидного периода. Результаты международного регистра «Анализ динамики коморбидных заболеваний у пациентов, перенесших инфицирование SARS-CoV-2 (АКТИВ SARS-CoV-2)». Предварительные данные (6 месяцев наблюдения). *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(10):4708. [Arutyunov G.P., Tarlovskaya E.I., Arutyunov A.G., Belenkov Yu.N., Konradi A.O., Lopatin Yu.M. et al. Clinical features of post-COVID-19 period. Results of the international register “Dynamic analysis of comorbidities in SARS-CoV-2 survivors (AKTIV SARS-CoV-2)”. Data from 6-month follow-up. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(10):4708. (In Russian)]. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4708
  16. Арутюнов Г.П., Тарловская Е.И., Арутюнов А.Г., Беленков Ю.Н., Конради А.О., Лопатин Ю.М. и др. Регистр «Анализ динамики коморбидных заболеваний у пациентов, перенесших инфицирование SARS-CoV-2» (АКТИВ). Оценка влияния комбинаций исходных сопутствующих заболеваний у пациентов с COVID-19 на прогноз. *Терапевтический архив*. 2022;94(1):32–47. [Arutyunov G.P., Tarlovskaya E.I., Arutyunov A.G., Belenkov Yu.N., Konradi A.O., Lopatin Yu.M. et al. AKTIV SARS-CoV-2 registry (Analysis of Chronic Non-infectious Diseases Dynamics After COVID-19 Infection in Adult Patients). Assessment of impact of combined original comorbid diseases in patients with COVID-19 on the prognosis. *Therapeutic archive*. 2022;94(1):32–47. (In Russian)]. DOI: 10.26442/00403660.2022.01.201320
- Поступила 06.10.2022
- Информация об авторах**  
**Криночкин Дмитрий Владиславович** (Krinochkin Dmitry V.) — канд. мед. наук, зав. отделением УЗИ, ст. научный сотрудник лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, филиал Томского НМИЦ РАН, <http://orcid.org/0000-0003-4993-056X>  
**Ярославская Елена Ильинична** (Yaroslavskaya Elena I.) — д-р мед. наук, профессор, врач ультразвуковой диагностики, зав. лабораторией инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ведущий научный сотрудник лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, филиал Томского НМИЦ РАН, <http://orcid.org/0000-0003-1436-8853>  
**Широков Никита Евгеньевич** (Shirokov Nikita E.) — канд. мед. наук, мл. научный сотрудник лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, филиал Томского НМИЦ РАН, <http://orcid.org/0000-0002-4325-2633>  
**Горбатенко Елена Александровна** (Gorbatenko Elena A.) — лаборант-исследователь лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, филиал Томского НМИЦ РАН, <http://orcid.org/0000-0003-0858-2933>  
**Гультяева Елена Павловна** (Gultyayeva Elena P.) — канд. мед. наук, зав. консультативным отделением, Тюменский кардиологический научный центр, филиал Томского НМИЦ РАН, <http://orcid.org/0000-0002-5061-9210>  
**Криночкина Инна Рафаиловна** (Krinochkina Inna R.) — канд. мед. наук, доцент кафедры терапии с курсами эндокринологии, ультразвуковой и функциональной диагностики института непрерывного профессионального развития, Тюменский ГМУ, главный внештатный специалист-пульмонолог Департамента здравоохранения Тюменской области, врач-пульмонолог, <http://orcid.org/0000-0002-4787-8342>  
**Коровина Ирина Олеговна** (Korovina Irina O.) — врач-пульмонолог ГБУЗ ТО «ОКБ №1», <http://orcid.org/0000-0002-8146-459X>  
**Гаранина Валерия Дмитриевна** (Garanina Valeria D.) — врач-терапевт консультативного отделения, <http://orcid.org/0000-0002-9232-5034>  
**Осокина Надежда Александровна** (Osokina Nadezhda A.) — студент, Тюменский ГМУ, <http://orcid.org/0000-0002-3928-8238>  
**Мигачева Анастасия Викторовна** (Migacheva Anastasia V.) — студент, Тюменский ГМУ, <http://orcid.org/0000-0002-0793-2703>