CC BY 4.0

https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-4-52-62
УДК: 616.98:578.834.1-036.21]-06:616.24-002-073.43-8-036.8

Клинико-эхокардиографический профиль пациентов, перенесших пневмонию COVID-19, через год после выписки в зависимости от глобальной продольной деформации левого желудочка

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

[1] Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук,
625026, Российская Федерация, Тюмень, ул. Мельникайте, 111

[2] Тюменский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации,
625023, Российская Федерация, Тюмень, ул. Одесская, 54

[3] Областная клиническая больница № 1,
625023, Российская Федерация, Тюмень, ул. Котовского, 55

Аннотация

Обоснование. Актуальным является исследование влияния осложненного течения новой коронавирусной инфекции на сердечно-сосудистую систему пациента в отдаленные сроки после выписки из стационара.

Цель и масштаб исследования: сравнить клинические и эхокардиографические показатели лиц, перенесших доказанную пневмонию COVID-19, через год после выписки в зависимости от величины глобальной продольной деформации левого желудочка (ЛЖ) (LV GLS).

Материал и методы. 116 пациентов, перенесших пневмонию COVID-19, обследованы через год ± 3 нед. после выписки, средний возраст – 49,0 ± 14,4 года (от 19 до 84 лет); 50,4% из них мужчины. Параметры глобальной и сегментарной продольной миокардиальной деформации ЛЖ изучены у 80 обследованных с оптимальным качеством визуализации при эхокардиографии (ЭхоКГ). Пациенты разделены на группы в зависимости от величины LV GLS: группа 1 – с нормальным LV GLS (< −20%) – 35 человек, группа 2 – с угнетенным LV GLS (≥ −20%) – 45 человек. Группы не различались по возрасту (p = 0,145), тяжести поражения легких при госпитализации (p = 0,691), длительности госпитализации (p = 0,626) и частоте нахождения в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) (p = 0,420).

Результаты. Нарушение LV GLS через год после выписки выявлено у 57,5% пациентов с оптимальным качеством визуализации, при этом фракция выброса (ФВ) ЛЖ у всех пациентов была нормальной. В группе 2 преобладали мужчины (71,1 против 28,6%; p < 0,001), в этой группе чаще диагностировали сочетание ишемической болезни сердца (ИБС) и артериальной гипертонии (АГ) (22 против 6%; p = 0,040). Не было значимых межгрупповых различий по ФВ ЛЖ. В группе 2 значимо хуже был не только LV GLS (–17,6 ± 1,9 против –21,8 ± 1,2%; p < 0,001), но и параметры диастолической функции меньше индекс объема опорожнения левого предсердия (1,3 ± 0,3 против 1,4 ± 0,3 мл/м^2; p = 0,052), ниже скорость латеральной части фиброзного кольца митрального клапана e‘ (10,8 ± 4,4 против 12,8 ± 4,0 см/с; p = 0,045).

Выводы. Угнетение LV GLS через год после пневмонии COVID-19 выявлено у 57,5% пациентов с нормальной ФВ ЛЖ. В группе с нарушенным LV GLS преобладали мужчины, чаще выявлялась ИБС в сочетании с АГ, а показатели диастолической функции ЛЖ были хуже в сравнении с группой с нормальным LV GLS.

Ключевые слова:	COVID-19, пневмония, сердечно-сосудистые заболевания, эхокардиография, деформация миокарда, стрейн.
Конфликт интересов:	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Прозрачность финансовой деятельности:	никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Ярославская Елена Ильинична, e-mail: yaroslavskaya@gmail.com.

Соответствие принципам этики:	информированное согласие получено от каждого пациента. Исследование одобрено локальным этическим комитетом Тюменского кардиологического научного центра Томского НИМЦ (протокол № 159 от 23.07.2020 г.).
Для цитирования:	Ярославская Е.И., Криночкин Д.В., Широков Н.Е., Горбатенко Е.А., Гультяева Е.П., Гаранина В.Д., Криночкина И.Р., Коровина И.О., Осокина Н.А., Мигачева А.В. Клинико-эхокардиографический профиль пациентов, перенесших пневмонию COVID-19, через год после выписки в зависимости от глобальной продольной деформации левого желудочка. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.* 2022;37(4):52–62. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-4-52-62.

Clinical and echocardiographic profile of patients one year after COVID-19 pneumonia depending on the left ventricular global longitudinal strain

Elena I. Yaroslavskaya[1], Dmitry V. Krinochkin[1], Nikita E. Shirokov[1], Elena A. Gorbatenko[1], Elena P. Gultyaeva[1], Valeria D. Garanina[1], Inna R. Krinochkina[2, 3], Irina O. Korovina[3], Nadezhda A. Osokina[1], Anastasia V. Migacheva[1]

[1] Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, 111, Melnikaite str., Tyumen, 625026, Russian Federation

[2] Tyumen State Medical University, 54, Odessa str., Tyumen, 625023, Russian Federation

[3] Regional Clinical Hospital No. 1, 55, Kotovsky str., Tyumen, 625023, Russian Federation

Abstract

Background. Studying the impact of complicated course of new coronavirus infection on the cardiovascular system in the long term after patient discharge from hospital is of high significance.

Purpose. To compare the clinical and echocardiographic parameters of persons with history of verified COVID-19 pneumonia one year after discharge from hospital depending on the value of left ventricular (LV) global longitudinal strain (GLS).

Material and Methods. A total of 116 patients (50.4% men) aged 49.0 ± 14.4 years (from 19 to 84 years) with history of verified COVID-19 pneumonia were examined one year ± three weeks after discharge. The parameters of left ventricular global and segmental longitudinal strain were studied in 80 patients with optimal quality of echocardiographic visualization. Patients were divided into groups depending on the LV GLS value: group 1 included 35 patients with normal LV GLS (<–20%); group 2 comprised 45 patients with impaired LV GLS (≥–20%). The groups did not differ in age (p = 0.145), severity of lung injury during hospitalization (p = 0.691), duration of hospitalization (p = 0.626), and frequency of stay in the intensive care unit (p = 0.420).

Results. Abnormal values of LV GLS one year after discharge were found in 57.5% of patients with optimal visualization quality while the LV ejection fraction (EF) was normal in all patients. The majority of patients in group 2 were men (71.1% vs 28.6%, p < 0.001). A combination of coronary artery disease (CAD) and hypertension (AH) was more often diagnosed in this group (22% vs 6%, p = 0.040). The values of LV EF did not differ between the groups. The values of LV GLS were significantly worse in patients of group 2 (–17.6 ± 1.9% vs –21.8 ± 1.2%, p < 0.001). Moreover, the parameters of diastolic function including the left atrial emptying volume index (1.3 ± 0.3 mL/m^2 vs 1.4 ± 0.3 mL/m^2, p = 0.052) and velocity of the lateral part of the mitral valve fibrous ring e' (10.8 ± 4 .4 cm/s vs 12.8 ± 4.0 cm/s, p = 0.045) were also lower in this group.

Conclusions. The LV GLS was impaired in 57.5% patients with normal LV EF one year after COVID-19 pneumonia. In the group with impaired LV GLS, men predominated; coronary artery disease was more often detected in combination with AH; and parameters of LV diastolic function were worse compared with the corresponding parameters in the group of patients with normal LV GLS.

Keywords:	COVID-19, pneumonia, cardiovascular disease, echocardiography, myocardial strain.
Conflict of interest:	the authors do not declare a conflict of interest.
Financial disclosure:	no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

Adherence to ethical standards:	informed consent was obtained from all patients. The study was approved by the Local Ethics Committee of Tyumen Cardiology Research Center of Tomsk NRMC (protocol No. 159 from 23.07.2020).
For citation:	Yaroslavskaya E.I., Krinochkin D.V., Shirokov N.E., Gorbatenko E.A., Gultyaeva E.P., Garanina V.D., Krinochkina I.R., Korovina I.O., Osokina N.A., Migacheva A.V. Clinical and echocardiographic profile of patients one year after COVID-19 pneumonia depending on the left ventricular global longitudinal strain. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2022;37(4):52–62. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-4-52-62.

Введение

COVID-19 имеет широкий спектр сердечных проявлений в ходе острой фазы заболевания. В частности, повышенный уровень тропонина колеблется от 8 до 28%, однако признаки явной систолической дисфункции миокарда при этом выявляются редко, гораздо чаще определяется субклиническая дисфункция миокарда в виде снижения глобальной продольной деформации левого желудочка (ЛЖ) (LV GLS, left ventricular longitudinal strain) – в период госпитализации ее демонстрируют до 80% пациентов [1]. Было доказано, что LV GLS является сильным независимым предиктором смертности в госпитальном периоде [2] и, следовательно, может иметь решающее значение для выделения группы риска при последующем наблюдении. Мы представляем первые данные, касающиеся отдаленных последствий действия новой коронавирусной инфекции на сердечно-сосудистую систему через год после выписки из стационара. Ранее мы установили, что у лиц, перенесших пневмонию COVID-19, через год после выписки из стационара LV GLS и параметры деформации апикальных и частично средних сегментов миокарда ЛЖ демонстрируют отрицательную динамику в сравнении с данными, полученными через 3 мес. после выписки [3]. Необходимо изучить частоту и клиническое значение поражения миокарда в отдаленные сроки после заболевания. Для этого мы сравнили результаты обследования пациентов, разделив их на группы в зависимости от величины показателя LV GLS через год после выписки.

Цель: сравнить клинические и эхокардиографические показатели лиц, перенесших доказанную пневмонию COVID-19, в зависимости от величины глобальной продольной деформации ЛЖ (LV GLS) через год после выписки.

Материал и методы

Исследование представляет собой промежуточный этап «Проспективного наблюдения пациентов, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию», соответствует этическим стандартам Хельсинкской декларации с поправками 2000 г. и «Правилам клинической практики в Российской Федерации», 2003 г. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом – № 159 от 23.07.2020 г., зарегистрирован в международном реестре клинических исследований (ClinicalTrials.gov Identifier: NCT04501822). Набор пациентов осуществлялся с апреля 2020 г. по июль 2021 г. Все обследованные дали письменное информированное согласие на участие. Критерии включения: документированный диагноз COVID-19-ассоциированной пневмонии, желание пациента участвовать в наблюдении. Критерии невключения: хронические заболевания в стадии обострения, в анамнезе онкологические заболевания длительностью менее 5 лет, туберкулез и другие заболевания, сопровождающиеся пневмофиброзом, ВИЧ, гемодинамически значимые пороки сердца, хронические гепатиты. Критерии исключения: неудовлетворительная визуализация при эхокардиографии (ЭхоКГ), дилатационная, рестриктивная и гипертрофическая кардиомиопатия, беременность, выявленные за период наблюдения, онкологические заболевания, отказ от участия. Исключены 13 пациентов: 3 по беременности, 2 в связи с отъездом на вахту в другой регион, 2 в связи с выявленными после 1-го визита онкологическими заболеваниями, 6 отказались от участия в связи с нежеланием проходить компьютерную томографию (КТ) легких в динамике. В исследование включены 116 пациентов, перенесших доказанную пневмонию COVID-19, через 3 мес. ± 2 нед. после выписки из стационара, в возрасте от 19 до 84 лет (средний возраст – 49,0 ± 14,4 года), из которых 50,4% мужчины. Характеристика общей группы обследованных до разделения на подгруппы, методология и ограничения исследования описаны нами ранее [3].

Данные о госпитализации получены из выписок из историй заболевания. Тяжесть поражения легких оценивали в соответствии с действующими рекомендациями [4], анализировали максимальный объем поражения легких. По данным КТ, при госпитализации у 31,3% пациентов отмечались поражения легкой степени, у 33,3% – среднетяжелые, у 29,3% – тяжелые, у 6,1% – критические. Лечение в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) прошли 14,2% пациентов. Через год после выписки всем обследуемым проводилась КТ легких, ЭхоКГ с использованием ультразвуковой диагностической системы экспертного класса Vivid S70. Данные ЭхоКГ проанализированы на рабочей станции IntelliSpace Cardiovascular с программой TomTec (Philips, США). Линейные размеры полостей и толщины стенок сердца, объемы камер, систолическую функцию желудочков оценивали в соответствии с рекомендациями с учетом гендерных различий и индексации к площади поверхности тела [5]. Для расчета пикового систолического давления в легочной артерии (рСДЛА) суммировали пиковый градиент давления трикуспидальной регургитации и давление в правом предсердии, оцененное по методу C. Otto и соавт. [6, 7]. Параметры глобальной и сегментарной продольной миокардиальной деформации ЛЖ изучены у 80 обследованных с оптимальным качеством визуализации. Показатели продольной деформации ЛЖ оценивали в записи в режиме AFI (Automatic Functional Imaging) [5, 8]. Нижней границей нормы считали значение глобальной продольной деформации (LV GLS) более –20% [5]. В группу 1 с нормальным LV GLS (< −20%) вошли 35 человек, в группу 2 с нарушенным LV GLS (≥ –20%) – 45 человек. Результаты обследования внесены в электронную базу

данных (свидетельство о государственной регистрации № 2021622535 от 18.11.2021 г.).

Данные пациентов в период госпитализации с пневмонией COVID-19 приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение клинических данных госпитализации пациентов, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию, в зависимости от величины глобальной продольной деформации левого желудочка

Table 1. Comparison of clinical data of hospitalization in patients with COVID-19-associated pneumonia depending on the value of left ventricle global longitudinal strain

Показатели Parameters		Группа с нормальным LV GLS (< −20%), *n* = 35 Group with normal LV GLS (<–20%), *n* = 35	Группа с нарушенным LV GLS (≥–20%), *n* = 45 Group with impaired LV GLS (≥–20%), *n* = 45	*p*
Длительность стационарного лечения Duration of hospitalization	дни days	14,2 ± 4,9	15,5 ± 6,7	0,626
Поражение легких легкой степени Mild pneumonia	*n* (%)	7 (21,9)	14 (32,6)	0,308
Поражение легких средней тяжести Moderate pneumonia	*n* (%)	13 (40,6)	17 (39,5)	0,923
Тяжелое поражение легких Severe pneumonia	*n* (%)	8 (25,0)	7 (16,3)	0,352
Критическое поражение легких Critical pneumonia	*n* (%)	4 (12,5)	5 (11,6)	0,906
Лечение в ОРИТ Intensive care unit admission	*n* (%)	5 (14,7)	4 (8,9)	0,420

Группы не различались по возрасту, тяжести поражения легких в период госпитализации, длительности госпитализации и частоте нахождения пациентов в ОРИТ.

Статистический анализ проводили с помощью пакета прикладных программ SPSS 21 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) и STATISTICA 12.0. Нормальность распределения количественных показателей проверяли по критерию Колмогорова – Смирнова. Нормально распределенные количественные показатели представляли средним значением и стандартным отклонением (*M* ± *SD*), в случае распределения, отличного от нормального, – медианой (*Me*) и интерквартильным диапазоном [Q_1–Q_3]. Дихотомические категориальные показатели описывали абсолютными (*n*) и относительными (в %) частотами встречаемости. Выявление статистически значимых межгрупповых различий показателей проводили для нормально распределенных количественных показателей с помощью критерия Стьюдента для независимых групп, при отсутствии нормальности – с помощью критерия Манна – Уитни. Для выявления статистически значимых различий между категориальными показателями использовали χ^2-критерий Пирсона. Критическим уровнем значимости считали *p* = 0,05.

Результаты

В отличие от группы 1 большинство пациентов группы 2 было представлено мужчинами, площадь поверхности тела (ППТ) в этой группе была больше (табл. 2). По возрасту, индексу массы тела, частоте ожирения и сердечно-сосудистых заболеваний группы не различались. Также не было значимых различий по частоте, структуре и стажу артериальной гипертонии (АГ), хронической сердечной недостаточности (ХСН), частоте нарушений сердечного ритма и гликемического профиля. В группе 2 чаще диагностировали ишемическую болезнь сердца (ИБС), в том числе в сочетании с АГ. Разрешение симптомов пневмонии, по данным КТ, наблюдалось у большинства пациентов обеих групп, статистической значимости различия по этому признаку группы не показали.

Таблица 2. Сравнение клинических характеристик лиц, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию, через год после выписки из стационара в зависимости от величины глобальной продольной деформации левого желудочка

Table 2. Comparison of clinical characteristics of patients with COVID-19-associated pneumonia, one year after discharge, depending on the value of global longitudinal LV strain

Показатели Parameters		Группа с нормальным LV GLS (< −20%), *n* = 35 Group with normal LV GLS (<–20%), *n* = 35	Группа с нарушенным LV GLS (≥ –20%), *n* = 45 Group with impaired LV GLS (≥ –20%), *n* = 45	*p*
Возраст Age	лет years	50,9 ± 12,9	46,1 ± 15,9	0,148
Мужской пол Male	*n* (%)	10 (28,6)	32 (71,1)	<0,001
Рост Height	см cm	166,3 ± 7,8	171,3 ± 17,7	0,003
Вес Weight	кг kg	75,8 ± 13,1	87,8 ± 18,6	0,002
Индекс массы тела Body mass index	кг/м^2 kg/m^2	27,42 ± 4,65	28,79 ± 5,03	0,217
Площадь поверхности тела Body surface area	м^2 m^2	1,8 ± 0,2	2,0 ± 0,2	<0,001

Окончание табл. 2
End of table 2

Показатели Parameters			Группа с нормальным LV GLS (< –20%), *n* = 35 Group with normal LV GLS (<–20%), *n* = 35	Группа с нарушенным LV GLS (≥ –20%), *n* = 45 Group with impaired LV GLS (≥ –20%), *n* = 45	*p*
Избыточная масса тела Overweight		*n* (%)	14 (40)	19 (42,2)	0,841
Ожирение Obesity		*n* (%)	8 (22,9)	18 (40)	0,104
Сердечно-сосудистые заболевания Cardiovascular diseases		*n* (%)	21 (60)	28 (62,2)	0,723
Нарушения сердечного ритма Heart rhythm disorders		*n* (%)	16 (46)	19 (43)	0,822
ХСН CHF		*n* (%)	12 (36)	15 (35)	0,894
Функциональный класс ХСН по NYHA Functional NYHA class of CHF	I	*n* (%)	10 (83,3)	9 (60)	0,236
	II	*n* (%)	2 (16,7)	5 (33,3)	0,408
	III	*n* (%)	0 (0)	1 (6,7)	1,000
Стаж ХСН CHF duration		лет years	1 [1–4]	5 [1–21]	0,374
Артериальная гипертония Hypertension		*n* (%)	20 (57)	27 (60)	0,797
Стаж артериальной гипертонии Hypertension duration		лет years	4 [1–10]	9 [5–12]	0,166
Степень артериальной гипертонии Degree of hypertension	1	*n* (%)	4 (11)	4 (9)	0,724
	2	*n* (%)	10 (29)	12 (27)	0,850
	3	*n* (%)	6 (17)	11 (24)	0,428
ИБС CAD		*n* (%)	2 (6)	10 (22)	0,040
ИБС в сочетании с АГ CAD in combination with AH		*n* (%)	2 (6)	10 (22)	0,040
Нарушения гликемического профиля/ Glycemic profile disorders		*n* (%)	4 (11)	5 (13)	1,000
Сахарный диабет 2-го типа Diabetes mellitus		*n* (%)	3 (75)	5 (83)	0,707
Нарушение теста толерантности к глюкозе Abnormal glucose tolerance test		*n* (%)	1 (25)	1 (17)	0,857
Нормализация данных компьютерной томографии Normalization of computed tomography data		*n* (%)	21 (70)	21 (51)	0,112

Примечание: ХСН – хроническая сердечная недостаточность, АГ – артериальная гипертония, ИБС – ишемическая болезнь сердца.

Note: CHF – chronic heart failure, AH – arterial hypertension, CAD – coronary artery disease.

Средние эхокардиографические параметры левых отделов сердца представлены в таблице 3. В группе 2 отмечена тенденция к меньшей толщине задней стенки ЛЖ. После индексации к ППТ эта тенденция усилилась, а конечно-диастолический размер, длина и ударный объем ЛЖ в группе 2 оказались меньше, как и показатель сердечного индекса. Не было значимых межгрупповых различий по массе миокарда ЛЖ, типу геометрии и фракции выброса (ФВ) ЛЖ. Среди пациентов этого этапа исследования не было лиц со снижением ФВ ЛЖ, а также с митральной регургитацией 2-й степени и выше. Группа 2 отличалась меньшим объемом опорожнения ЛП, более низкой скоростью ФК МК e‘ и меньшим интегралом линейной скорости потока в выносящем тракте ЛЖ.

При оценке правых отделов сердца (табл. 4) были выявлены значимые межгрупповые различия структурных и функциональных параметров правого желудочка (ПЖ): в группе 2 его площадь, поперечные размеры и индексы сферичности были больше, а фракция изменения площади ПЖ и скорость S' трикуспидального кольца – ниже.

Таблица 3. Сравнение эхокардиографических параметров левых отделов сердца лиц, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию, через год после выписки из стационара в зависимости от величины глобальной продольной деформации левого желудочка

Table 3. Comparison of echocardiographic parameters of the left heart in patients with COVID-19-associated pneumonia one year after discharge, depending on the value of the global longitudinal LV strain

Показатели Parameters		Группа с нормальным LV GLS (< –20%), *n* = 35 Group with normal LV GLS (< –20%), *n* = 35	Группа с нарушенным LV GLS (≥ –20%), *n* = 45 Group with impaired LV GLS (≥ –20%), *n* = 45	*p*
ВТЛЖ LV outflow tract	мм mm	30,8 ± 2,7	32,4 ± 4,3	0,064
	мм/м² mm/m²	16,9 ± 1,6	16,3 ± 1,8	0,134

Продолжение табл. 3
End of table 3

Показатели Parameters			Группа с нормальным LV GLS (< −20%), *n* = 35 Group with normal LV GLS (< –20%), *n* = 35	Группа с нарушенным LV GLS (≥ –20%), *n* = 45 Group with impaired LV GLS (≥ –20%), *n* = 45	*p*
Межжелудочковая перегородка Interventricular septum		мм mm	9,9 ± 1,2	10,3 ± 1,5	0,180
		мм/м² mm/m²	5,4 ± 0,6	5,2 ± 0,7	0,221
Задняя стенка ЛЖ LV posterior wall		мм mm	9,1 ± 1,0	9,5 ± 0,9	0,097
		мм/м² mm/m²	5,0 ± 0,5	4,8 ± 0,5	0,057
Конечно-диастолический размер ЛЖ LV end-diastolic diameter		мм mm	46,7 ± 2,9	47,4 ± 2,4	0,196
		мм/м² mm/m²	25,5 ± 1,8	23,9 ± 2,1	0,001
Конечно-диастолическая длина ЛЖ LV end-diastolic length		мм mm	82,3 ± 6,7	82,8 ± 7,3	0,755
		мм/м² mm/m²	45,0 ± 3,4	41,7 ± 3,9	< 0,001
Конечно-диастолический объем (КДО) ЛЖ LV end-diastolic volume		мл mL	86,8 ± 22,9	95,4 ± 23,6	0,106
		мл/м² mL/m²	46,8 ± 9,7	47,7 ± 9,7	0,708
Увеличение КДО ЛЖ/LV end-diastolic volume increase		*n* (%)	4 (11)	2 (4)	0,396
Конечно-систолический объем (КСО) ЛЖ LV end-systolic volume		мл mL	25,1 ± 7,1	28,7 ± 8,2	0,038
		мл/м² mL/m²	13,5 ± 3,0	14,3 ± 3,4	0,265
Увеличение КСО ЛЖ LV end-systolic volume increase		*n* (%)	0 (0)	1 (2)	0,375
УО ЛЖ LV stroke volume		мл mL	62,1 ± 15,4	59,9 ± 14,8	0,532
УИ ЛЖ LV stroke volume index		мл/м² mL/m²	33,7 ± 7,3	30,2 ± 8,0	0,043
Минутный объем сердца Cardiac minute output		л/мин L/min	4,0 ± 1,1	3,9 ± 1,1	0,619
Сердечный индекс Cardiac index		л/мин/м² L/min/m²	2,2±0,6	2,0±0,5	0,059
Масса миокарда ЛЖ по формуле «площадь-длина» LV mass by area-length formula		г g	141,4 ± 31,2	153,1 ± 31,7	0,104
		г/м² g/m²	76,6 ± 12,9	76,5 ± 11,8	0,989
Тип геометрии ЛЖ/ Type of LV geometry	Норма Normal geometry	*n* (%)	31(89)	40 (89)	1,000
	Концентрическое ремоделирование/ Concentric remodeling	*n* (%)	1 (3)	2 (4)	0,711
	Концентрическая гипертрофия/ Concentric hypertrophy	*n* (%)	0 (0)	0 (0)	–
	Эксцентрическая гипертрофия/ Eccentric hypertrophy	*n* (%)	3 (9)	3 (7)	0,748
Фракция выброса ЛЖ 2D Simpson (EF) LV ejection fraction		%	71,4 ± 3,6	70,0 ± 4,5	0,131
Время кровотока в ВТЛЖ time of LVOT flow		мс ms	301,7 ± 29,7	284,6 ± 29,2	0,013
Время замедления кровотока в ВТЛЖ Deceleration time of LVOT flow		мс ms	219,6 ± 25,0	201,2 ± 30,7	0,005
Интеграл линейной скорости кровотока в ВТЛЖ LVOT velocity time integral		мс ms	21,3 ± 3,2	18,9 ± 4,6	0,013
Время изоволюмического расслабления ЛЖ (IVRT) LV isovolumic relaxation time		мс ms	99,6 ± 22,8	102,0 ± 26,1	0,673
Время изоволюмического сокращения ЛЖ (IVCT) LV isovolumic contraction time		мс ms	66,3 ± 21,2	70,5 ± 17,5	0,346
Время замедления (DT) Deceleration time		мс ms	208,7 ± 56,5	197,4 ± 65,4	0,441
Скорость раннего наполнения ЛЖ (E) Peak mitral inflow velocity during early diastole (E)		см/с cm/s	75,2 ± 16,8	70,5 ± 15,5	0,200
Скорость позднего наполнения ЛЖ (A)/ Peak mitral inflow velocity at atrial contraction (A)		см/с cm/s	70,6 ± 16,5	65,8 ± 21,2	0,278

Окончание табл. 3
End of table 3

Показатели Parameters			Группа с нормальным LV GLS (< –20%), *n* = 35 Group with normal LV GLS (< –20%), *n* = 35	Группа с нарушенным LV GLS (≥ –20%), *n* = 45 Group with impaired LV GLS (≥ –20%), *n* = 45	*p*
Пиковая скорость латеральной части митрального кольца (e› late) Mitral annular velocity by tissue Doppler		см/с cm/s	12,8 ± 4,0	10,8 ± 4,4	0,045
Пиковая скорость септальной части митрального кольца (e› sept) Mitral septal velocity by tissue Doppler		см/с cm/s	9,0 ± 2,8	8,5 ± 3,2	0,531
Митральная регургитация до 2-й степени Mild to moderate mitral regurgitation		*n* (%)	20 (57)	25 (55)	0,750
Скорость кровотока в правой верхней легочной вене Pulmonary vein velocity	волна S systolic wave	см/с cm/s	65,2 ± 9,8	60,2 ± 9,1	0,021
волна D diastolic wave	см/с cm/s	43,6 ± 6,5	40,2 ± 7,3	0,031	
Переднезадний размер ЛП LA anterior-posterior dimension		мм mm	35,0 ± 3,7	36,0 ± 4,4	0,313
		мм/м^2 mm/m^2	19,1 ± 1,6	18,1 ± 2,0	0,015
Объем ЛП максимальный Maximum LA volume		мл mL	45,9 ± 11,3	47,5 ± 15,5	0,604
		мл/м^2 mL/m^2	24,9 ± 5,1	23,6 ± 6,4	0,347
Объем ЛП минимальный Minimum LA volume		мл mL	18,4 ± 5,3	20,7 ± 12,0	0,302
		мл/м^2 mL/m^2	9,7 [7,7–12,1]	9,1 [6,9–11,2]	0,271
Общий объем опорожнения ЛП LA emptying volume		мл mL	2,6 ± 0,5	2,5 ± 0,6	0,711
		мл/м^2 mL/m^2	1,4 ± 0,3	1,3 ± 0,3	0,052
Фракция опорожнения ЛП LA emptying fraction		%	94,1 ± 1,7	94,2 ± 2,1	0,871
Толщина эпикардиальной жировой ткани Epicardial fat thickness		мм mm	7,0 [5,0–7,0]	7,0 [5,0–7,0]	0,473

Примечание: GLSa – глобальная продольная деформация ЛЖ, ЛЖ – левый желудочек, ВТЛЖ – выносящий тракт ЛЖ, КДО – конечно-диастолический объем, КСО – конечно-систолический объем, УО – ударный объем, УИ – ударный индекс, ЛП – левое предсердие.

Note: LV – left ventricular, EF – ejection fraction, LVOT – left ventricular outflow tract, IVRT – isovolumic relaxation time, IVCT – isovolumic contraction time, DT – deceleration time, E – peak mitral inflow velocity during early diastole, A – peak mitral inflow velocity at atrial contraction, e' sept – mitral septal velocities by tissue Doppler, LA – left atrium.

Таблица 4. Сравнение эхокардиографических параметров правых отделов сердца лиц, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию, через год после выписки из стационара в зависимости от величины глобальной продольной деформации левого желудочка

Table 4. Comparison of echocardiographic parameters of the right heart in patients with COVID-19-associated pneumonia one year after discharge depending on the value of left ventricular global longitudinal strain

Показатели Parameters		Группа с нормальным LV GLS (< –20%), *n* = 35 Group with normal LV GLS (< –20%), *n* = 35	Группа с нарушенным LV GLS (≥–20%), *n* = 45 Group with impaired LV GLS (≥ –20%), *n* = 45	*p*
Максимальный объем правого предсердия/ Maximum right atrial volume	мл, mL	30,5 ± 10,1	34,7 ± 9,1	0,059
	мл/м^2 mL/m^2	16,5 ± 4,9	17,3 ± 3,8	0,421
Максимальная длина правого предсердия Maximum right atrial length	мм mm	48,5 ± 4,9	49,4 ± 6,2	0,498
	мм/м^2 mm/m^2	26,5 ± 2,6	18,1 ± 2,4	0,526
Максимальная ширина правого предсердия Maximum right atrial width	мм, mm	33,8 ± 4,7	36,0 ± 4,8	0,047
	мм/м^2 mm/m^2	18,5 ± 2,6	18,1 ± 2,4	0,526
Переднезадний размер ПЖ RV anteroposterior size	мм, mm	25,0 ± 2,0	25,4 ± 2,3	0,426
	мм/м^2 mm/m^2	13,7 ± 1,1	12,9 ± 1,6	0,009
Увеличение переднезаднего размера ПЖ RV anteroposterior dilatation	*n* (%)	0 (0)	1 (2)	0,375
Диастолическая площадь ПЖ RV diastolic area	см^2 cm^2	14,6 ± 6,1	15,2 ± 3,1	0,578
	см^2/м^2 cm/m^2	8,0 ± 3,6	7,6 ± 1,5	0,570
Увеличение диастолической площади ПЖ Increase in RV diastolic area	*n* (%)	0 (0)	0 (0)	-

Окончание табл. 4
End of table 4

Показатели Parameters		Группа с нормальным LV GLS (< −20%), *n* = 35 Group with normal LV GLS (< –20%), *n* = 35	Группа с нарушенным LV GLS (≥–20%), *n* = 45 Group with impaired LV GLS (≥ –20%), *n* = 45	*p*
Увеличение индекса диастолической площади ПЖ Increase in RV diastolic area index	*n* (%)	0 (0)	0 (0)	-
Систолическая площадь ПЖ RV systolic area	см^2 cm^2	5,9 ± 1,7	7,1 ± 1,9	0,006
	см^2/м^2 cm/m^2	3,19 ± 0,8	3,53 ± 0,91	0,082
Увеличение систолической площади ПЖ Increase in RV systolic area	*n* (%)	0 (0)	0 (0)	–
Увеличение индекса систолической площади ПЖ Increase in RV systolic area index	*n* (%)	0 (0)	0 (0)	–
Фракция изменения площади ПЖ (RV FAC) RV fraction of area change	%	57,7 ± 8,3	53,3 ± 9,3	0,031
TAPSE tricuspid annular plane systolic excursion	мм mm	23,1 ± 2,2	22,9 ± 1,9	0,629
Снижение TAPSE Decrease in TAPSE	*n* (%)	0 (0)	0 (0)	–
Базальный поперечный размер ПЖ Basal RV diameter	мм mm	29,1 ± 4,5	32,7 ± 4,0	<0,001
Увеличение базального поперечного размера ПЖ Increase of basal RV diameter	*n* (%)	0 (0)	1 (2)	0,375
Средний поперечный размер ПЖ Mid RV diameter	мм mm	24,4 ± 4,1	27,3 ± 4,7	0,005
Увеличение среднего поперечного размера ПЖ Increase of mid RV diameter	*n* (%)	1 (3)	2 (4)	0,711
Длина ПЖ в 4-камерной позиции RV length in a four-chamber view	мм mm	63,2 ± 9,0	64,8 ± 7,9	0,416
Увеличение длины ПЖ Increase in RV length	*n* (%)	1 (3)	1 (2)	0,857
Индекс сферичности ПЖ базальный Basal RV sphericity index	мм mm	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,014
Индекс сферичности ПЖ средний Mid RV sphericity index	мм mm	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,035
Проксимальный размер выводного тракта ПЖ по короткой оси (RVOT Prox)/RVOT Proximal size	мм mm	27,7 ± 2,5	28,1 ± 2,9	0,516
Увеличение RVOT Prox Increase in RVOT Prox	*n* (%)	0 (0)	0 (0)	–
Дистальный размер выводного тракта ПЖ по короткой оси (RVOT Distal) RVOT Distal	мм mm	21,1 ± 2,6	21,9 ± 3,0	0,205
Увеличение RVOT Distal Increase in RVOT Distal	*n* (%)	2 (6)	3 (7)	0,887
Толщина стенки ПЖ RV wall thickness	мм mm	4,2 ± 0,5	4,4 ± 0,6	0,126
Гипертрофия ПЖ RV hypertrophy	*n* (%)	0 (0)	2 (4)	0,502
Диаметр ствола легочной артерии Pulmonary artery diameter	мм mm	18,5 ± 1,7	19,1 ± 2,0	0,160
Трикуспидальная регургитация ≥ 2-й степени Tricuspid regurgitation ≥ grade 2	*n* (%)	5 (14)	7 (15)	0.870
Трикуспидальная регургитация 0–1-й степени Mild tricuspid regurgitation	*n* (%)	30 (86)	35 (78)	0,252
рСДЛА по Otto C. Pulmonary artery systolic pressure estimated by Otto C. (PAPs)	мм рт. ст. mm Hg	23,4 ± 5,0	23,3 ± 5,6	0,927
Скорость S' трикуспидального кольца Tricuspid ring velocity S’	см/с cm/s	12,9 ± 2,4	11,5 ± 2,2	0,008
Время ускорения кровотока в легочной артерии Pulmonary artery acceleration time	мс ms	116,8 ± 18,4	113,5 ± 17,6	0,436
Интеграл кровотока в выводном такте ПЖ RVOT velocity time integral	см cm	16,7 ± 3,9	16,0 ± 3,5	0,440

Примечание: ПЖ – правый желудочек (парастернальная позиция, длинная ось ЛЖ), RV FAC – фракция изменения площади ПЖ, TAPSE – амплитуда смещения фиброзного кольца трикуспидального клапана, RVOT Prox – проксимальный отдел выводного тракта ПЖ по короткой оси, RVOT Distal – дистальный отдел выводного тракта ПЖ по короткой оси, рСДЛА – расчетное систолическое давление в легочной артерии.

Note: RV – right ventricle (parasternal view, long axis), RV FAC – right ventricular fraction of area change, TAPSE – tricuspid annular plane systolic excursion, RVOT Prox – proximal RV outflow tract (parasternal view, short axis), RVOT Distal – distal RV outflow tract in short axis, PAPs – systolic pulmonary artery pressure estimated by Otto C.

Частота снижения глобальной продольной деформации ЛЖ в отдаленные сроки после заболевания составила 57,5%. Средние показатели LV GLS в группе 2 были значимо хуже, чем в группе 1 (–17,6 ± 1,9 против –21,8 ± 1,2%; $p < 0,001$).

Обсуждение

При оценке правых отделов сердца в группе 2 были выявлены структурные отличия ПЖ: площадь, поперечные размеры и индексы сферичности ПЖ были больше, чем в группе 1. При этом и показатели систолической функции ПЖ в группе 2 были хуже, что выражалось в более низкой фракции изменения площади ПЖ и более низкой скорости S› трикуспидального кольца. Показатели диастолической функции ЛЖ в группе 2 также были хуже, о чем говорят меньший объем опорожнения ЛП и более низкая скорость фиброзного кольца митрального клапана e‘. Интеграл линейной скорости потока в ВТЛЖ, отражающий его насосную функцию, также был ниже в группе 2 в сравнении с группой 1. Несмотря на то, что в этой группе индексы конечно-диастолического размера (КДР) и длины ЛЖ были меньше, значимых различий по ФВ ЛЖ мы не получили.

Согласно данным магнитно-резонансной томографии (МРТ), частота снижения показателя общей продольной деформации у реконвалесцентов после COVID-19 увеличивается с 2% ранее 3 мес. от окончания заболевания до 30% в период от 3 до 6 мес. [9]. Аналогичные цифры были получены S. Mahajan и соавт. при трансторакальной ЭхоКГ через 1–1,5 мес. после выписки: снижение LV GLS наблюдалось у 29,9% со средним значением –19,7 ± 4,6% [10]. Полученная нами частота снижения LV GLS в отдаленные сроки после заболевания составила 57,5%, что значительно превышает данные S. Mahajan и соавт., а также частоту ухудшения LV GLS при МРТ [9]. Однако следует отметить, что такое сравнение является достаточно грубым – и в силу низкой сопоставимости клинических характеристик пациентов (не у всех наблюдаемых S. Mahajan и соавт. течение COVID-19 было симптомным, тогда как все наши пациенты прошли стационарное лечение и имели подтвержденный диагноз пневмонии), и из-за разных сроков наблюдения после заболевания (в работе S. Mahajan и соавт. – через 1–3 мес., в нашем исследовании – через 12 мес.).

Среднее значение LV GLS у наших пациентов (общая группа до разделения) через 3 мес. после выписки составило –20,3 ± 2,2% и в динамике через год значимо ухудшилось в сравнении с данными обследования через 3 мес. после выписки (–20,3 ± 2,2 против –19,4 ± 2,7%; $p = 0,001$) [3]. В наблюдении китайских коллег 46 перенесших COVID-19 пациентов значение LV GLS через 3 мес. после выписки составило –26,6 ± 4,4% [11], что лучше полученного нами, несмотря на более старший возраст китайских пациентов (59 ± 13 лет) и более частое их нахождение в ОРИТ (18,9%). Вклад в различия результатов наших исследований могло внести различие вендоров [12] – коллеги пользовались системой Philips Medical Systems, Andover, MA, USA.

Когортное проспективное наблюдение ECHOVID-19 92 пациентов M.C.H. Lassen и соавт. через 2 мес. после госпитализации в сравнении с госпитальными данными не выявило значимого улучшения показателя LV GLS (–17,4 ± 2,9 vs –17,6 ± 3,3%; $p = 0,6$) [13]. Это хуже значений, полученных нами, что, возможно, объясняется тем, что пациенты датского наблюдения были значительно старше –62,5 ± 12,1 года.

Одноцентровое наблюдение 40 пациентов в Нидерландах F.M.A van den Heuvel и соавт. в течение 4 мес. после выписки из стационара в сравнении с данными госпитализации выявило тенденцию к увеличению LV GLS (–18,5 vs –19,1%; $p = 0,07$). Положительная динамика, возможно, объясняется тем, что исследуемая когорта была хотя и старше наших пациентов, но с меньшей коморбидностью [14]. Однако полученные коллегами величины также не достигают нормальных значений.

В целом при анализе данных литературы по вопросу деформации миокарда в восстановительном периоде после COVID-19 обращает на себя внимание отсутствие единого подхода к формированию дизайна исследований, что закономерно приводит к разнородности обследованного контингента и трудностям в сопоставлении результатов различных исследований. Однако очевидно, что пациентам, у которых даже через год после перенесенной пневмонии выявлено снижение LV GLS при сохранной ФВ ЛЖ, требуется тщательное наблюдение для профилактики развития или своевременного выявления в будущем таких состояний, как сердечная недостаточность, дисфункция ЛЖ или аритмия.

Полученные данные говорят о необходимости дальнейшего изучения сердечно-сосудистого статуса переболевших пневмонией COVID-19 с увеличением числа наблюдений, проведением субгруппового анализа для выявления предикторов нарушения деформационных свойств миокарда с учетом проводимого в остром периоде заболевания лечения, влияния сопутствующих сердечно-сосудистых заболеваний и т. д.

Выводы

Угнетение LV GLS через год после пневмонии COVID-19 выявлено у 57,5% при нормальной ФВ ЛЖ. В группе с нарушенным LV GLS преобладали мужчины, чаще выявлялась ИБС в сочетании с АГ, а показатели диастолической функции ЛЖ были хуже в сравнении с группой с нормальным LV GLS. Патогенез нарушений LV GLS в отдаленном периоде после COVID-19 остается предметом последующего изучения.

Литература

1. Shmueli H., Shah M., Ebinger J.E., Nguyen L.C., Chernomordik F., Flint N. et al. Left ventricular global longitudinal strain in identifying subclinical myocardial dysfunction among patients hospitalized with COVID-19. *Int. J. Cardiol. Heart Vasc.* 2021;32:100719. DOI: 10.1016/j.ijcha.2021.100719.
2. Wibowo A., Pranata R., Astuti A., Tiksnadi B.B., Martanto E., Martha J.W. et al. Left and right ventricular longitudinal strains are associated with poor outcome in COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *J. Intensive Care.* 2021;9(1):9. DOI: 10.1186/s40560-020-00519-3.
3. Ярославская Е.И., Криночкин Д.В., Широков Н.Е., Горбатенко Е.А., Криночкина И.Р., Гультяева Е.П. и др. Сравнение клинических и эхокардиографических показателей пациентов, перенесших пневмонию COVID-19, через три месяца и через год после выписки. *Кардиология.* 2022;62(1):13–23. DOI: 10.18087/cardio.2022.1.n1859.
4. Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов; сост. С.П. Морозов, Д.Н. Проценко, С.В. Сметанина и др. Вып. 65. М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»; 2020:60.
5. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., 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. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2015;16(3):233–270. DOI: 10.1093/ehjci/jev014.
6. Рыбакова М.К., Митьков В.В., Балдин Д.Г.Эхокардиография от М.К. Рыбаковой: руководство с приложением DVD-ROM; изд. 2-е. М.: Издательский дом Видар-М; 2018:600.
7. Otto C.M., Pearlman A.S. Textbook of clinical echocardiography. Philadelphia: WB Saunders Co; 1995:418.
8. Voigt J.U., Pedrizzetti G., Lysyansky P., Marwick T.H., Houle H., Baumann R. 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. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2015;16(1):1–11. DOI: 10.1093/ehjci/jeu184.
9. Ramadan M.S., Bertolino L., Zampino R., Durante-Mangoni E., Monaldi Hospital Cardiovascular Infection Study Group. Cardiac sequelae after coronavirus disease 2019 recovery: A systematic review. *Clin. Microbiol. Infect.* 2021;27(9):1250–1261. DOI: 10.1016/j.cmi.2021.06.015.
10. Mahajan S., Kunal S., Shah B., Garg S., Palleda G.M., Bansal A. et al. Left ventricular global longitudinal strain in COVID-19 recovered patients. *Echocardiography.* 2021;38(10):1722–1730. DOI: 10.1111/echo.15199.
11. Xie Y., Wang L., Li M., Li H., Zhu S., Wang B. et al. Biventricular longitudinal strain predict mortality in COVID-19 patients. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021;7:632434. DOI: 10.3389/fcvm.2020.632434.
12. Nagata Y., Takeuchi M., Mizukoshi K., Wu V.C., Lin F.C., Negishi K. et al. Intervendor variability of two-dimensional strain using vendor-specific and vendor-independent software. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015;28(6):630–641. DOI: 10.1016/j.echo.2015.01.021.
13. Lassen M.C.H., Skaarup K.G., Lind J.N., Alhakak A.S., Sengeløv M., Nielsen A.B. et al. Recovery of cardiac function following COVID-19 – ECHOVID-19: A prospective longitudinal cohort study. *Eur. J. Heart Fail.* 2021;23(11):1903–1912. DOI: 10.1002/ejhf.2347.
14. Van den Heuvel F.M.A., Vos J.L., van Bakel B., Duijnhouwer A.L., van Dijk A.P.J., Dimitriu-Leen A.C. et al. Comparison between myocardial function assessed by echocardiography during hospitalization for COVID-19 and at 4 months follow-up. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2021;37(12):3459–3467. DOI: 10.1007/s10554-021-02346-5.

References

1. Shmueli H., Shah M., Ebinger J.E., Nguyen L.C., Chernomordik F., Flint N. et al. Left ventricular global longitudinal strain in identifying subclinical myocardial dysfunction among patients hospitalized with COVID-19. *Int. J. Cardiol. Heart Vasc.* 2021;32:100719. DOI: 10.1016/j.ijcha.2021.100719.
2. Wibowo A., Pranata R., Astuti A., Tiksnadi B.B., Martanto E., Martha J.W. et al. Left and right ventricular longitudinal strains are associated with poor outcome in COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *J. Intensive Care.* 2021;9(1):9. DOI: 10.1186/s40560-020-00519-3.
3. Yaroslavskaya E.I., Krinochkin D.V., Shirokov N.E., Gorbatenko E.A., Krinochkina I.R., Gultyaeva E.P. et al. Comparison of clinical and echocardiographic parameters of patients with COVID-19 pneumonia three months and one year after discharge. K*ardiologiia.* 2022;62(1):13–23. (In Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2022.1.n1859.
4. Radiation diagnosis of coronavirus disease (COVID-19): Organization, methodology, interpretation of the results; comp. S.P. Morozov, D.N. Protsenko, S.V. Smetanina et al. 65. Moscow: GBUZ ''NPKTs DiT DZM''; 2020:60. (In Russ.).
5. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., 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. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2015;16(3):233–270. DOI: 10.1093/ehjci/jev014.
6. Rybakova M.K., Mitkov V.V., Baldin D.G. Echocardiography from M.K. Rybakova: Manual with DVD-ROM; ed. 2nd. M.: Publishing house Vidar-M; 2018:600. (In Russ.).
7. Otto C.M., Pearlman A.S. Textbook of clinical echocardiography. Philadelphia: WB Saunders Co.; 1995:418.
8. Voigt J.U., Pedrizzetti G., Lysyansky P., Marwick T.H., Houle H., Baumann R. 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. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2015;16(1):1–11. DOI: 10.1093/ehjci/jeu184.
9. Ramadan M.S., Bertolino L., Zampino R., Durante-Mangoni E., Monaldi Hospital Cardiovascular Infection Study Group. Cardiac sequelae after coronavirus disease 2019 recovery: A systematic review. *Clin. Microbiol. Infect.* 2021;27(9):1250–1261. DOI: 10.1016/j.cmi.2021.06.015.
10. Mahajan S., Kunal S., Shah B., Garg S., Palleda G.M., Bansal A. et al. Left ventricular global longitudinal strain in COVID-19 recovered patients. *Echocardiography.* 2021;38(10):1722–1730. DOI: 10.1111/echo.15199.
11. Xie Y., Wang L., Li M., Li H., Zhu S., Wang B. et al. Biventricular longitudinal strain predict mortality in COVID-19 patients. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021;7:632434. DOI: 10.3389/fcvm.2020.632434.
12. Nagata Y., Takeuchi M., Mizukoshi K., Wu V.C., Lin F.C., Negishi K. et al. Intervendor variability of two-dimensional strain using vendor-specific and vendor-independent software. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015;28(6):630–641. DOI: 10.1016/j.echo.2015.01.021.
13. Lassen M.C.H., Skaarup K.G., Lind J.N., Alhakak A.S., Sengeløv M., Nielsen A.B. et al. Recovery of cardiac function following COVID-19 – ECHOVID-19: A prospective longitudinal cohort study. *Eur. J. Heart Fail.* 2021;23(11):1903–1912. DOI: 10.1002/ejhf.2347.
14. Van den Heuvel F.M.A., Vos J.L., van Bakel B., Duijnhouwer A.L., van Dijk A.P.J., Dimitriu-Leen A.C. et al. Comparison between myocardial function assessed by echocardiography during hospitalization for COVID-19 and at 4 months follow-up. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2021;37(12):3459–3467. DOI: 10.1007/s10554-021-02346-5.

Информация о вкладе авторов

Ярославская Е.И. – разработка концепции и дизайна исследования, организация обследования пациентов.

Криночкин Д.В. – формирование гипотезы.

Криночкин Д.В., Широков Н.Е., Ярославская Е.И. – получение, анализ и интерпретация данных эхокардиографии.

Горбатенко Е.А. – статистическая обработка данных.

Гультяева Е.П., Гаранина В.Д. – клиническое кардиологическое обследование и консультирование пациентов после выписки.

Криночкина И.Р., Коровина И.О. – ведение пациентов в условиях многоспиталя в остром периоде заболевания, получение клинических данных пульмонологического обследования и консультирование пациентов после выписки.

Коровина И.О. – систематизация и анализ данных госпитального периода. Осокина Н.А. – систематизация данных эхокардиографии.

Мигачева А.В. – систематизация данных клинического наблюдения пациентов после выписки.

Все авторы дали окончательное согласие на подачу рукописи и согласились нести ответственность за все аспекты работы, ручаясь за их точность и безупречность.

Information on author contributions

Yaroslavskaya E.I. – contribution to study concept, study design, and organization of patients examination.

Krinochkin D.V. – generation of hypothesis.

Krinochkin D.V., Shirokov N.E., and Yaroslavskaya E.I. – acquisition, analysis and interpretation of echocardiography data.

Gorbatenko E.A. – statistical data processing.

Gultyaeva E.P. and Garanina V.D. – clinical cardiological examination and counseling of patients after hospital discharge.

Krinochkina I.R. and Korovina I.O. – management of patients in monohospital during the acute period of disease, obtaining clinical data from a pulmonary examination, and counseling of patients after hospital discharge.

Korovina I.O. – systematization and analysis of data obtained during hospital period.

Osokina N.A. – systematization of echocardiography data.

Migacheva A.V. – systematization of data of clinical observation in patients after hospital discharge. All authors gave their final consent to the submission of the manuscript and agreed to be responsible for all aspects of the work, vouching for their accuracy and flawlessness.

Сведения об авторах

Ярославская Елена Ильинична, д-р мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, врач ультразвуковой диагностики, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-1436-8853.
E-mail: yaroslavskaya@gmail.com.

Криночкин Дмитрий Владиславович, канд. мед. наук, заведующий отделением УЗИ, старший научный сотрудник, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-4993-056X.
E-mail: krin@infarkta.net.

Широков Никита Евгеньевич, канд. мед. наук, научный сотрудник, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-4325-2633.
E-mail: shirokovne@infarkta.net.

Горбатенко Елена Александровна, младший научный сотрудник, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-0858-2933.
E-mail: elena@infarkta.net.

Гультяева Елена Павловна, канд. мед. наук, заведующий консультативным отделением, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-5061-9210.
E-mail: Gultyaeva@infarkta.net.

Гаранина Валерия Дмитриевна, врач-терапевт, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-9232-5034.
E-mail: Gultyaeva@infarkta.net.

Криночкина Инна Рафаиловна, канд. мед наук, доцент кафедры терапии с курсами эндокринологии, ультразвуковой и функциональной диагностики института непрерывного профессионального развития, Тюменский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации; врач-пульмонолог, Областная клиническая больница № 1. ORCID 0000-0002-4787-8342.
E-mail: irk65@mail.ru.

Коровина Ирина Олеговна, врач-пульмонолог, Областная клиническая больница № 1. ORCID 0000-0002-8146-459X.
E-mail: irinakorovina91@bk.ru.

Осокина Надежда Александровна, лаборант-исследователь, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-3928-8238.
E-mail: osokina569@gmail.com.

Мигачева Анастасия Викторовна, лаборант-исследователь, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-0793-2703.
E-mail: dragenit@gmail.com.

Ярославская Елена Ильинична, e-mail: yaroslavskaya@gmail.com.

Поступила 01.03.2022

Information about the authors

Elena I. Yaroslavskaya, Dr. Sci. (Med.), Professor, Leading Research Scientist, Sonographer, Head of the Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Department of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0003-1436-8853.
E-mail: yaroslavskaya@gmail.com.

Dmitry V. Krinochkin, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Ultrasound Diagnostics, Senior Research Scientist, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Department of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0003-4993-056X.
E-mail: krin@infarkta.net.

Nikita E. Shirokov, Cand. Sci. (Med.), Research Scientist, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Department of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-4325-2633.
E-mail: shirokovne@infarkta.net.

Elena A. Gorbatenko, Junior Research Scientist, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Department of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0003-0858-2933.
E-mail: elena@infarkta.net.

Elena P. Gultyaeva, Cand. Sci. (Med.), Head of Consulting Department, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-5061-9210.
E-mail: Gultyaeva@infarkta.net.

Valeria D. Garanina, Internist, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-9232-5034.
E-mail: Gultyaeva@infarkta.net.

Inna R. Krinochkina, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Therapy with Courses of Endocrinology, Ultrasound and Functional Diagnostics, Institute for Continuous Professional Development, Tyumen State Medical University; Pulmonologist, Regional Clinical Hospital No. 1. ORCID 0000-0002-4787-8342.
E-mail: irk65@mail.ru.

Irina O. Korovina, Pulmonologist, Regional Clinical Hospital No. 1. ORCID 0000-0002-8146-459X.
E-mail: irinakorovina91@bk.ru.

Nadezhda A. Osokina, Research Assistant, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Department of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-3928-8238.
E-mail: osokina569@gmail.com.

Anastasia V. Migacheva, Research Assistant, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Department of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-0793-2703.
E-mail: dragenit@gmail.com.

Elena I. Yaroslavskaya, e-mail: yaroslavskaya@gmail.com.

Received March 01, 2022