

Динамика бивентрикулярной контрактильной функции в зависимости от вариантов поражения левого желудочка у пациентов через 1 год после COVID-19 пневмонии

Широков Н. Е.¹, Ярославская Е. И.¹, Кривоночкин Д. В.¹, Осокина Н. А.¹, Горбатенко Е. А.¹, Коровина И. О.², Мигачева А. В.¹

Цель. Изучить динамику сократительной функции желудочков сердца в зависимости от вариантов поражения левого желудочка (ЛЖ) по данным метода отслеживания движения пятен (speckle tracking echo, STE).

Материал и методы. Из 380 больных "Проспективного регистра лиц, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию" в исследование включены 85 пациентов с возможностью динамического наблюдения — через 3 мес. (визит 1) и 12 мес. (визит 2) после COVID-19-пневмонии (68,2% мужчин, средний возраст 50,6±10,9 года).

На визите 2 пациенты с "диффузным поражением ЛЖ" по данным STE (визуальное поражение ≥4 сегментов одного уровня ЛЖ) составили группу I (n=27); пациенты с региональным поражением ЛЖ (≥3 сегментов, соответствующих бассейнам кровоснабжения передней, огибающей либо правой коронарных артерий) — группу II (n=39), пациенты без визуального поражения ЛЖ — группу III (n=19).

Результаты. Группы сопоставимы по основным клиническим и функциональным показателям, параметрам эхокардиографии (традиционный анализ) через 3 и 12 мес. после COVID-19-пневмонии, за исключением пола и индекса массы тела. При анализе динамики показателей STE в группе I было обнаружено статистически значимое снижение глобальной продольной деформации (global longitudinal strain, GLS) (-18,0±2,0% на визите 1 и -16,9±1,4% на визите 2, p=0,025) и LS всех уровней ЛЖ; в группе II — увеличение деформации свободной стенки правого желудочка (right ventricle free wall strain, RV FWS) (-22,8±3,2% и -24,0±2,6%, соответственно, p=0,006); в группе III — увеличение GLS (-19,3±2,3% и -21,2±1,9%, p=0,005), LS базального и среднего уровней ЛЖ, увеличение RV FWS (-23,3±2,9% и -25,0±3,0%, p=0,033). В группе I выявлено достоверное увеличение визуально пораженных сегментов ЛЖ (7,0 [5,0;9,0] и 9,0 [7,0;10,0], p=0,010), в группе III — уменьшение их количества (5,0 [3,0;6,0] и 10,0 [1,0;2,0], p<0,001). По данным логистической регрессии, LS базального уровня ЛЖ на визите 1 (отношение шансов 0,420; 95% доверительный интервал: 0,273-0,644; p<0,001) имел независимую связь с вариантом диффузного поражения ЛЖ на визите 2. При его снижении <15,8% чувствительность и специфичность этой модели в предсказании сохранения диффузного поражения ЛЖ составили 74,1% и 74,1%, соответственно (AUC=0,807; p<0,001).

Заключение. Для пациентов с вариантом диффузного поражения ЛЖ по данным STE характерно угнетение глобальной бивентрикулярной сократительной функции в течение 1 года наблюдения.

Ключевые слова: COVID-19, эхокардиография, продольная деформация, метод отслеживания движения пятен, хроническая воспалительная кардиомиопатия.

Отношения и деятельность: нет.

¹Тюменский кардиологический научный центр, ФГБНУ Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН, Томск; ²ГБУЗ Тюменской области Областная клиническая больница № 1, Тюмень, Россия.

Широков Н. Е.* — к.м.н., врач ультразвуковой диагностики, н.с. лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0002-4325-2633, Ярославская Е. И. — д.м.н., врач ультразвуковой диагностики, в.н.с., зав. лабораторией инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0003-1436-8853, Кривоночкин Д. В. — к.м.н., зав. отделением ультразвуковой диагностики, с.н.с. лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0003-4993-056X, Осокина Н. А. — м.н.с. лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0002-3928-8238, Горбатенко Е. А. — м.н.с. лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0003-3675-1503, Коровина И. О. — врач-пульмонолог, ORCID: 0000-0002-8146-459X, Мигачева А. В. — лаборант-исследователь лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0002-0793-2703.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): shirokovne@infarkta.net

ЛЖ — левый желудочек, ПЖ — правый желудочек, ЭхоКГ — эхокардиография, COVID-19 — новая коронавирусная инфекция, GLS — global longitudinal strain (глобальная продольная деформация), LS — longitudinal strain (продольная деформация), PASC — post-acute sequelae of SARS-CoV-2 infection (пост-острые последствия инфекции SARS-CoV-2), RV FWS — right ventricle free wall strain (деформация свободной стенки правого желудочка), RVS — right ventricle strain (деформация правого желудочка), STE — speckle tracking echo (метод отслеживания движения пятен).

Рукопись получена 06.07.2023

Рецензия получена 10.08.2023

Принята к публикации 19.09.2023



Для цитирования: Широков Н. Е., Ярославская Е. И., Кривоночкин Д. В., Осокина Н. А., Горбатенко Е. А., Коровина И. О., Мигачева А. В. Динамика бивентрикулярной контрактильной функции в зависимости от вариантов поражения левого желудочка у пациентов через 1 год после COVID-19 пневмонии. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(2):5513. doi: 10.15829/1560-4071-2024-5513. EDN WUMIZV

Changes of biventricular contractile function depending on the types of left ventricular involvement in patients 1 year after COVID-19 pneumonia

Shirokov N. E.¹, Yaroslavskaya E. I.¹, Krivonochkin D. V.¹, Osokina N. A.¹, Gorbatenko E. A.¹, Korovina I. O.², Migacheva A. V.¹

Aim. To study the changes of biventricular contractile function depending on the types of left ventricular involvement according to the speckle tracking echocardiography (STE).

Material and methods. Of the 380 patients from the Prospective Registry of People Survived COVID-19 Pneumonia, the study included 85 patients, which can be followed-up — 3 months (visit 1) and 12 months (visit 2) after COVID-19 pneumonia (men — 68,2%; mean age — 50,6±10,9 years).

At visit 2, patients with diffuse left ventricle (LV) involvement according to STE (visual involvement of ≥4 segments of the same LV level) comprised group I (n=27), patients with regional LV involvement (≥3 segments corresponding to anterior, circumflex or right coronary arteries) — group II (n=39), patients without visual LV involvement — group III (n=19).

Results. The groups were comparable in main clinical, functional and echocardiographic (conventional) parameters 3 and 12 months after COVID-19

pneumonia, with the exception of sex and body mass index. STE in group I showed a significant decrease in global longitudinal strain (GLS) ($-18,0 \pm 2,0\%$ at visit 1 and $-16,9 \pm 1,4\%$ at visit 2, $p=0,025$) and LS of all LV levels; in group II — an increase in right ventricular free wall strain (RV FWS) ($-22,8 \pm 3,2\%$ and $-24,0 \pm 2,6\%$, respectively, $p=0,006$); in group III — an increase in GLS ($-19,3 \pm 2,3\%$ and $-21,2 \pm 1,9\%$, $p=0,005$), LS of basal and medium LV levels, RV FWS ($-23,3 \pm 2,9\%$ and $-25,0 \pm 3,0\%$, $p=0,033$). In group I, a significant increase in affected LV segments was revealed (7,0 [5,0;9,0] and 9,0 [7,0;10,0], $p=0,010$), while in group III there was a decrease in their number (5,0 [3,0;6,0] and 10,0 [1,0;2,0], $p<0,001$). According to logistic regression, LV basal LS at visit 1 (odds ratio 0,420; 95% confidence interval 0,273-0,644; $p<0,001$) had an independent association with diffuse LV involvement at visit 2. When it decreases, $<15,8\%$ sensitivity and the specificity of this model in predicting diffuse LV involvement was 74,1% and 74,1%, respectively (AUC=0,807; $p<0,001$).

Conclusion. Patients with diffuse LV involvement according to STE are characterized by suppression of global biventricular contractile function during 1-year follow-up.

Keywords: COVID-19, echocardiography, longitudinal strain, speckle tracking echocardiography, chronic inflammatory cardiomyopathy.

Relationships and Activities: none.

Ключевые моменты

- Выявлено два варианта поражения левого желудочка (ЛЖ) по данным метода отслеживания движения пятен (STE) при наблюдении за пациентами в течение 1 года после перенесенной COVID-19 пневмонии.
- Диффузное поражение ЛЖ (преимущественно базального уровня) связано с угнетением глобальной сократительной функции обоих желудочков сердца.
- Для восстановления бивентрикулярной контрактальной функции характерен вариант регионального поражения ЛЖ.

Современный метод диагностики — отслеживание движения пятен (speckle tracking echo, STE) — в рамках проведения трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ) покоя (экспертный анализ) используется для оценки сократимости миокарда желудочков при различных сердечно-сосудистых заболеваниях [1-3]. Так, предпринимаются попытки описать поражение миокарда — аномалии, возникающие на фоне инфекции SARS-CoV-2, не соответствующие критериям миокардита [4, 5]. В ряде работ дана характеристика субклинической контрактальной дисфункции левого желудочка (ЛЖ) при новой коронавирусной инфекции (COVID-19) с указанием на варианты поражения ЛЖ при коротком периоде наблюдения [4, 6].

Учитывая высокую распространенность сердечно-сосудистых осложнений COVID-19, для оптимизации реабилитации больных используется термин "пост-острые последствия инфекции SARS-CoV-2" (post-acute sequelae of SARS-CoV-2 infection, PASC) [5]. В контексте изложенного важно обратить внимание

¹Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk; ²Tyumen region Regional Clinical Hospital № 1, Tyumen, Russia.

Shirokov N. E.* ORCID: 0000-0002-4325-2633, Yaroslavskaya E. I. ORCID: 0000-0003-1436-8853, Krinochkin D. V. ORCID: 0000-0003-4993-056X, Osokina N. A. ORCID: 0000-0002-3928-8238, Gorbatenko E. A. ORCID: 0000-0003-3675-1503, Korovina I. O. ORCID: 0000-0002-8146-459X, Migacheva A. V. ORCID: 0000-0002-0793-2703.

*Corresponding author:
shirokovne@infarkta.net

Received: 06.07.2023 **Revision Received:** 10.08.2023 **Accepted:** 18.09.2023

For citation: Shirokov N. E., Yaroslavskaya E. I., Krinochkin D. V., Osokina N. A., Gorbatenko E. A., Korovina I. O., Migacheva A. V. Changes of biventricular contractile function depending on the types of left ventricular involvement in patients 1 year after COVID-19 pneumonia. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(2):5513. doi: 10.15829/1560-4071-2024-5513. EDN WUMIZV

Key messages

- Two variants of left ventricular (LV) involvement were identified using speckle tracking echocardiography (STE) when monitoring patients for 1 year after COVID-19 pneumonia.
- Diffuse LV involvement (mainly at the basal level) is associated with inhibition of biventricular global contractile function.
- Restoration of biventricular contractile function is characterized by regional LV involvement.

на PASC, ассоциированный с сердечно-сосудистым синдромом (PASC-cardiovascular syndrome), т.к. он характеризуется отсутствием объективных признаков сердечно-сосудистых заболеваний, определенных с помощью стандартных диагностических тестов [5].

Цель: изучить динамику сократительной функции желудочков сердца в зависимости от вариантов поражения ЛЖ по данным метода STE.

Материал и методы

Исследование одномоментное, наблюдательное; соответствует стандартам надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и положениям Хельсинкской декларации; зарегистрировано в международном реестре клинических исследований Национального института здоровья США (ClinicalTrials.gov Identifier: NCT04501822). Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом (№ протокола 159 от 23.07.2020). Информированное согласие получено от всех пациентов, включенных в исследование.

Обследование проведено у пациентов (68,2% мужчин, средний возраст $50,6 \pm 10,9$ года) через

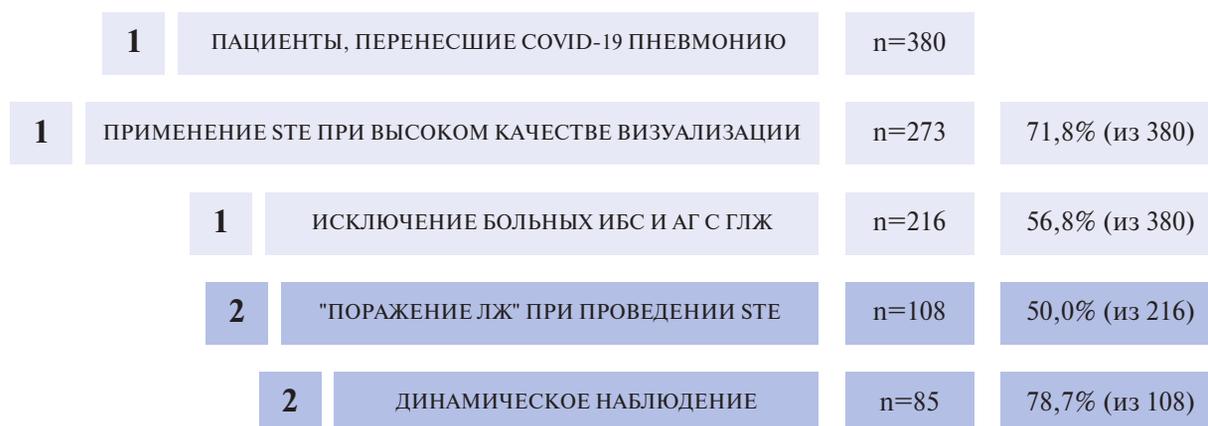


Рис. 1. Дизайн исследования.

Сокращения: АГ — артериальная гипертензия, ГЛЖ — гипертрофия левого желудочка, ЛЖ — левый желудочек, ИБС — ишемическая болезнь сердца, COVID-19 — новая коронавирусная инфекция, STE — speckle tracking echo (метод отслеживания движения пятен).

Таблица 1
Клиническая характеристика (n=85)

Показатель	Группа I (n=27)	Группа II (n=39)	Группа III (n=19)	p
Возраст, лет	54,0 [44,0;55,0]	51,0 [46,0;59,0]	55,0 [44,0;60,0]	0,582
Пол, муж., %	88,9	66,7	42,1	0,003
ИМТ, кг/м ²	30,5 [29,3;33,0]	29,7 [27,2;31,3]	27,9 [24,8;29,7]	0,030
КТ ОГК во время госпитализации, %	52,0 [32,0;72,0]	60,0 [31,3;69,5]	49,0 [35,0;62,0]	0,902
Сатурация во время госпитализации, %	94,0 [92,0;95,0]	94,5 [92,8;96,0]	94,0 [93,8;96,3]	0,599
Наблюдение в условиях палат реанимации во время госпитализации, %	11,1	7,7	5,6	0,788
АГ, %	77,8	71,8	89,5	0,316
АГ, степень				0,399
I	14,3	21,4	17,6	
II	47,6	53,6	35,3	
III	38,1	25,0	47,1	
СД, %	11,1	12,8	10,5	0,960
ФК ХСН по NYHA				0,243
I	100,0	87,5	100,0	
II	—	12,5	—	

Сокращения: АГ — артериальная гипертензия, ИМТ — индекс массы тела, КТ ОГК — компьютерная томография органов грудной клетки, СД — сахарный диабет, ФК — функциональный класс, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, NYHA — Нью-Йоркская ассоциация сердца (New York Heart Association).

3 мес. (визит 1) и через 12 мес. (визит 2) после перенесенной COVID-19-пневмонии. Из 380 больных "Проспективного регистра лиц, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию" (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021622535) метод STE применен при оптимальном качестве визуализации (n=273, 71,8%). Далее были исключены больные ишемической болезнью сердца [7] и артериальной гипертензией в сочета-

нии с увеличением массы миокарда ЛЖ [8] (n=216, 56,8%). Из оставшихся в исследование включены пациенты с поражением ЛЖ по данным STE [5] (n=108, 50,0% из 216) с возможностью динамического наблюдения — 12 мес. (n=85, 78,7% из 108) (рис. 1).

ЭхоКГ была проведена на ультразвуковом аппарате экспертного класса Vivid S70, использован матричный датчик M5Sc-D (1,5-4,6 МГц), данные сохраняли в формате DICOM. Оценка продольной деформации (longitudinal strain, LS) осуществлялась при помощи STE в соответствии с действующими рекомендациями [9, 10]. Использовали 17-сегментарную модель ЛЖ для визуальной оценки вариантов его поражения. На визите 2 пациенты с диффузным поражением ЛЖ (≥4 сегментов одного уровня ЛЖ) составили группу I (n=27) [4]; пациенты с региональным поражением ЛЖ (≥3 сегментов, соответствующих бассейнам кровоснабжения передней, огибающей либо правой коронарных артерий) — группу II (n=39) [11]; пациенты без визуального поражения ЛЖ — группу III (n=19) (рис. 2). Клинико-функциональная характеристика пациентов представлена в таблицах 1-3.

Статистический анализ проводили с помощью пакета программ IBM SPSS Statistics 23. Для определения нормальности распределения был использован критерий Колмогорова-Смирнова. При анализе количественных величин не связанных трех групп при их нормальном распределении использован однофакторный дисперсионный анализ с поправкой Бонферрони; результаты представлены в виде $M \pm SD$ (M — среднее арифметическое, SD — среднеквадратичное отклонение). При анализе количественных величин при распределении, отличном от нормального, использован критерий Краскела-Уоллиса с поправкой на множественные сравнения; результаты представлены в виде медианы с интерквартильным размахом в виде 25 и 75 процентилей. Качественные

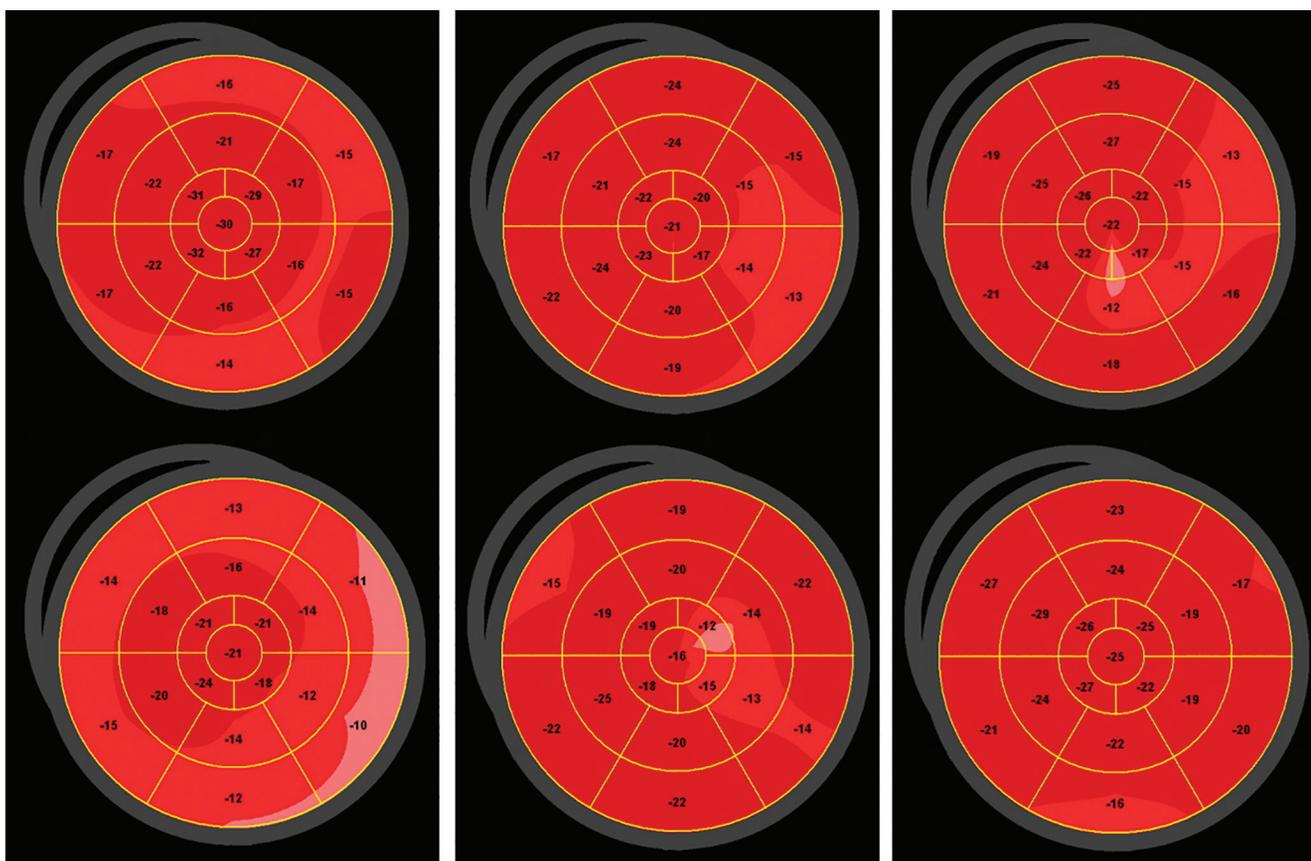


Рис. 2. Варианты поражения ЛЖ по данным STE.

Примечание: **сверху:** визит через 3 мес. после COVID-19 пневмонии. **Снизу:** визит через 12 мес. после COVID-19 пневмонии. **Слева:** вариант диффузного поражения ЛЖ с угнетением глобальной сократимости (снижение GLS с -21,7% до -16,1%). **В центре:** вариант регионального поражения ЛЖ (бассейн ОА) с сохранением глобальной сократимости (снижение GLS с -19,1% до -18,0%). **Справа:** вариант регионального поражения ЛЖ (бассейн ОА) с восстановлением сократимости (увеличение GLS с -19,8% до -22,3%).

Сокращения: ЛЖ — левый желудочек, ОА — огибающая артерия, COVID-19 — новая коронавирусная инфекция, GLS — global longitudinal strain (глобальная продольная деформация), STE — speckle tracking echo (метод отслеживания движения пятен).

величины сравнивали критерием χ^2 Пирсона. При анализе количественных величин связанных двух групп при их нормальном распределении использован Т-критерий Стьюдента; при распределении, отличном от нормального, использован критерий Уилкоксона. Качественные величины сравнивали критерием Мак-Немара. Для определения выраженности связей проведен корреляционный анализ Спирмена, линейный регрессионный анализ. Для выявления независимой связи использовали логистический регрессионный анализ. При оценке диагностической значимости полученных в регрессии показателей использовался ROC-анализ. За уровень статистической значимости различий переменных принимали значение $p < 0,05$.

Результаты

Группы сопоставимы по основным клиническим и функциональным показателям через 3 мес. после COVID-19-пневмонии, за исключением пола и индекса массы тела (табл. 1).

При анализе традиционных показателей ЭхоКГ на визитах в 3 и 12 мес. между группами не было выявлено статистически значимых различий. При анализе динамики представленных показателей было обнаружено достоверное увеличение систолического давления легочной артерии в группе III (в рамках значений нормы) (табл. 2).

При анализе показателей LS на визите 1 между группами были выявлены статистически значимые различия по количеству визуально пораженных сегментов ЛЖ, варианту "поражения ЛЖ" и LS базального и среднего уровней ЛЖ.

При анализе динамики показателей в группе I было обнаружено достоверное снижение глобальной продольной деформации (global longitudinal strain, GLS) и LS базального и апикального уровней ЛЖ; в группе II — увеличение деформации правого желудочка (ПЖ) (right ventricle strain, RVS) и деформации свободной стенки ПЖ (right ventricle free wall strain, RV FWS); в группе III — увеличение GLS, LS базального и среднего уровней ЛЖ, увеличение RVS и RV

ЭхоКГ-характеристика (традиционный анализ)

МЖП, мм		Группа I (n=27)	Группа II (n=39)	Группа III (n=19)	P1 (группы I-III)	P2 (динамика группы I)	P3 (динамика группы II)	P4 (динамика группы III)
Морфологический статус								
МЖП, мм	Визит 1	10,0 [10,0;12,0]	10,0 [10,0;11,0]	10,0 [9,0;12,0]	0,370	—	—	—
ЗСЛЖ, мм	Визит 1	10,0 [9,0;10,0]	10,0 [10,0;11,0]	9,0 [9,0;1,0]	0,491	—	—	—
Индекс ММ ЛЖ, г/м ²	Визит 1	80,8 [68,0;85,8]	76,0 [64,5;83,9]	81,2 [69,0;87,7]	0,501	—	—	—
ИОТ >0,42, %	Визит 1	25,9	28,2	21,2	0,843	—	—	—
КДО ЛЖ, мл	Визит 1	87,0 [80,0;109,0]	98,0 [70,0;116,0]	91,0 [77,0;103,0]	0,633	—	—	—
Объем ЛП, мл	Визит 1	44,0 [40,0;55,0]	44,0 [35,0;58,0]	39,0 [36,0;45,0]	0,503	—	—	—
Объем ПП, мл	Визит 1	30,0 [24,0;36,0]	31,0 [22,0;39,0]	30,0 [24,0;34,0]	0,874	—	—	—
Функциональный статус								
ФВ ЛЖ, %	Визит 1	68,9±3,7	68,7±4,0	69,9±3,9	0,660	0,680	0,431	0,586
	Визит 2	69,2±4,0	69,8±4,4	68,9±3,4	0,740			
СДЛА, мм рт.ст.	Визит 1	21,0 [18,0;28,0]	22,0 [17,0;27,0]	22,0 [17,0;24,0]	0,720	0,423	0,107	0,010
	Визит 2	21,0 [19,0;25,0]	23,0 [19,3;27,8]	24,0 [21,0;25,8]	0,274			
TAPSE, мм	Визит 1	23,0 [21,0;24,0]	23,0 [21,0;24,0]	23,0 [22,0;24,0]	0,791	0,657	0,298	0,843
	Визит 2	23,0 [22,0;24,0]	22,0 [21,0;23,0]	24,0 [22,0;24,8]	0,137			

Сокращения: ЗС — задняя стенка, ИОТ — индекс относительной толщины, КДО — конечный диастолический объем, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, МЖП — межжелудочковая перегородка, ММ — масса миокарда, ПП — правое предсердие, СДЛА — систолическое давление легочной артерии, ФВ — фракция выброса, TAPSE — tricuspid annular plane systolic excursion (систолическая экскурсия кольца трикуспидального клапана).

FWS. Кроме того, в группе I выявлено статистически значимое увеличение визуально пораженных сегментов ЛЖ, в группе III — уменьшение их количества.

На визите 2 между группами обнаружено достоверное различие по всем представленным параметрам, характеризующих контрактильность ЛЖ (табл. 3). Для группы II угнетение LS сегментов, соответствующих бассейнам кровоснабжения передней коронарной артерии, составило 59,0%, огибающей — 35,9%, правой — 5,1%.

Согласно корреляционному анализу Спирмена, выявлены тесные связи между количеством визуально пораженных сегментов ЛЖ и GLS, LS всех уровней ЛЖ в группе I на обоих визитах. Выявлена умеренная связь RV FWS и LS среднего уровня ЛЖ на визите 2 в группе I (табл. 4).

При проведении ROC-анализа (включение групп I и III) снижение LS базального уровня ЛЖ <-15,8% (визит 1) определяло сохранение варианта диффузного поражения ЛЖ (визит 2), чувствительность и специфичность этого показателя составили 74,1% и 84,2%, соответственно (рис. 3). Площадь под кривой (AUC) составила 0,868; $p < 0,001$. При проведении многофакторной логистической регрессии в исходной совокупности переменных, характеризующих контрактильный статус ЛЖ (GLS, LS базального и среднего уровней ЛЖ), только снижение LS базального уровня ЛЖ <-15,8% на визите 1 (отношение шансов 15,238; 95% доверительный интервал: 3,387-68,553; $p < 0,001$) имело независимую связь с сохранением варианта диффузного поражения ЛЖ на визите 2 (включение групп I и III) (AUC 0,791, $p = 0,001$),

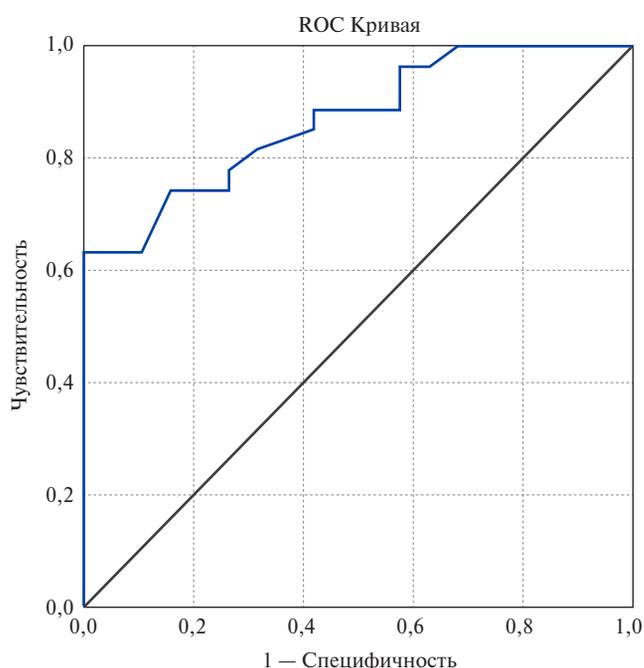


Рис. 3. Модель предсказания сохранения диффузного поражения ЛЖ (визит 2) при использовании LS базального уровня ЛЖ <-15,8% (визит 1).

чувствительность и специфичность модели составили 74,1%, и 84,2%, соответственно.

Обсуждение

Согласно результатам нашего исследования, при использовании только традиционной ЭхоКГ, выявить динамику изменений сократительной функции обо-

Таблица 3

ЭхоКГ-характеристика (экспертный анализ)

Признак		Группа I (n=27)	Группа II (n=39)	Группа III (n=19)	P1 (группы I-III)	P2 (динамика группы I)	P3 (динамика группы II)	P4 (динамика группы III)
GLS, %	Визит 1	18,0±2,0	18,4±1,8	19,3±2,3	0,094	0,025	0,404	0,005
	Визит 2	16,9±1,4**	18,8±2,3^	21,2±1,9	<0,001			
Снижение GLS <-18,0%, %	Визит 1	51,9	33,3	36,8	0,304	0,092	0,999	0,070
	Визит 2	80,8	33,3	5,3	<0,001			
Количество визуально пораженных сегментов ЛЖ, n	Визит 1	7,0 [5,0;9,0]**	5,0 [4,0;6,0]	5,0 [3,0;6,0]	0,002	0,010	0,581	<0,001
	Визит 2	9,0 [7,0;10,0]**	4,0 [3,0;6,0]^	1,0 [1,0;2,0]	<0,001			
Вариант поражения ЛЖ, диффузное поражение, %	Визит 1	74,1	28,2	15,8	<0,001	—	—	—
LS, базальный уровень, %	Визит 1	15,0±1,4**	16,4±1,4	17,1±1,2	<0,001	0,035	0,085	0,001
	Визит 2	14,3±1,4**	18,8±1,9^	18,9±1,4	<0,001			
LS, средний уровень, %	Визит 1	17,5±1,9*	18,3±1,4	19,2±2,0	0,008	0,088	0,181	0,020
	Визит 2	16,7±1,6**	18,8±1,9^	20,7±2,0	<0,001			
LS, апикальный уровень, %	Визит 1	22,0±3,9	20,8±4,1	22,2±4,9	0,410	0,028	0,553	0,091
	Визит 2	20,1±2,7*	20,7±5,4^	24,2±3,7	0,005			
RVS, %	Визит 1	20,0 [17,2;21,9]	21,8 [18,6;23,3]	20,5 [19,0;24,7]	0,126	0,062	0,044	0,017
	Визит 2	21,5±3,2	22,4±2,7	23,7±3,4	0,087			
RV FWS, %	Визит 1	21,7±3,2	22,8±3,2	23,3±2,9	0,293	0,149	0,006	0,033
	Визит 2	23,4±3,8	24,0±2,6	25,0±3,0	0,275			
RV FWS <-20,0%, %	Визит 1	22,7	21,2	5,9	0,325	0,999	0,063	—
	Визит 2	30,0	9,4	0,0	0,021			

Примечание: статистически значимые различия: # — между группами I и II, * — между группами I и III, ^ — между группами II и III.

Сокращения: ЛЖ — левый желудочек, GLS — global longitudinal strain (глобальная продольная деформация), LS — longitudinal strain (продольная деформация), RV FWS — right ventricle free wall strain (деформация свободной стенки правого желудочка), RVS — right ventricle strain (деформация правого желудочка).

Таблица 4

Связь показателей бивентрикулярной контрактильной функции в группе I

Визит 1 (3 мес.)								
Признак	Визуально пораженные сегменты ЛЖ, n				RV FWS, %			
	r	p	R ²	p	r	p	R ²	p
GLS	-0,683	<0,001	0,445	<0,001	0,035	0,856	0,049	0,876
LS базального уровня ЛЖ	-0,760	<0,001	0,560	<0,001	0,067	0,767	0,045	0,767
LS среднего уровня ЛЖ	-0,820	<0,001	0,659	<0,001	0,253	0,257	0,017	0,257
LS апикального уровня ЛЖ	-0,411	0,033	0,136	0,033	0,007	0,976	0,050	0,976
Визит 2 (12 мес.)								
Признак	Визуально пораженные сегменты ЛЖ, n				RV FWS, %			
	r	p	R ²	p	r	p	R ²	p
GLS	-0,727	<0,001	0,509	<0,001	0,275	0,255	0,021	0,255
LS базального уровня ЛЖ	-0,662	<0,001	0,415	<0,001	0,338	0,145	0,065	0,145
LS среднего уровня ЛЖ	-0,782	<0,001	0,596	<0,001	0,516	0,020	0,226	0,020
LS апикального уровня ЛЖ	-0,487	0,010	0,509	0,010	0,224	0,343	0,003	0,343

Сокращения: ЛЖ — левый желудочек, GLS — global longitudinal strain (глобальная продольная деформация), LS — longitudinal strain (продольная деформация), RV FWS — right ventricle free wall strain (деформация свободной стенки правого желудочка).

их желудочков после перенесенной COVID-19 пневмонии не представляется возможным. Применение метода STE (рекомендованного для использования в клинической практике [9], но широко не распространенного) для оценки LS миокарда позволяет наиболее точно следить за динамикой контрактильности.

Глобальная сократительная функция ПЖ (описанная по данным STE) вне зависимости от тяжести поражения легких по данным компьютерной томогра-

фии органов грудной клетки при COVID-19 пневмонии восстанавливается в течение 1 года наблюдения. Следует добавить, что в работе представлены региональные особенности динамики LS [12]. Cecchetto A, et al. описывают сохранение субклинической глобальной бивентрикулярной контрактильной дисфункции (GLS <-18,0%, RV FWS <-20,0%) при том же периоде наблюдения у части пациентов, но без учета сегментарного поражения желудочков [13].

Caiado LDC, et al. обнаружили снижение LS базального уровня ЛЖ с сохранением GLS у пациентов, перенесших COVID-19 (через ~4 мес. после заболевания), в сравнении со здоровыми пациентами [6]. По нашим данным, для варианта диффузного поражения ЛЖ характерно угнетение сократимости базального (преимущественно) и среднего уровней ЛЖ, что согласуется с изложенными выше результатами. Выявив такой вариант (через 3 мес. после COVID-19 пневмонии), можно предсказать глобальную контрактильную дисфункцию ЛЖ, которая развивается у большинства пациентов по истечении 1 года наблюдения (рис. 2). Нужно указать, что для таких пациентов также характерно угнетение сократимости ПЖ. Вероятно, бивентрикулярная дисфункция связана с сохраняющейся/ прогрессирующей воспалительной кардиомиопатией (включает признаки воспаления миокарда; снижение контрактильной функции/дилатацию ЛЖ; продолжительность симптомов >1 мес.) [4, 14].

Напротив, для пациентов с полным восстановлением сократимости обоих желудочков характерен вариант регионального поражения ЛЖ через 3 мес.

после COVID-19 пневмонии. Необходимо отметить, что у части пациентов с региональным поражением ЛЖ динамика восстановления функционального статуса ЛЖ не наблюдается (рис. 2).

Согласно данным Благовой О. В. и др., особенностями постковидного миокардита являлся в числе прочих эндотелиит с признаками микрососудистого тромбоза [15]. Вероятно, связь вариантов поражения ЛЖ с динамикой сократимости желудочков может объясняться распространенностью указанного состояния по мере вовлеченности бассейнов коронарного кровоснабжения ЛЖ.

Заключение

Для пациентов с вариантом диффузного поражения ЛЖ по данным STE характерно угнетение глобальной бивентрикулярной сократительной функции в течение 1 года наблюдения.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

- Komissarova SM, Zakharova EYu, Sevruk TV, et al. Predictive value of the global longitudinal strain in hypertrophic cardiomyopathy patients. *Russian Journal of Cardiology*. 2018;(2):7-12. (In Russ.) Комиссарова С.М., Захарова Е.Ю., Севрук Т.В. и др. Прогностическое значение глобальной продольной деформации у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией. *Российский кардиологический журнал*. 2018;(2):7-12. doi:10.15829/1560-4071-2018-2-7-12.
- Matveeva MG, Alekhin MN. The significance of global longitudinal strain of left ventricular in the classification of stages of aortic stenosis based on the extravalvular cardiac damage. *Klinicheskaya meditsina*. 2021;99(3):187-91. (In Russ.) Матвеева М.Г., Алевин М.Н. Значение глобальной продольной систолической деформации левого желудочка в классификации стадий аортального стеноза в зависимости от степени внеклапанного поражения сердца. *Клиническая медицина*. 2021;99(3):187-91. doi:10.30629/0023-2149-2021-99-3-187-19.
- Ilov NN, Stompel DR, Boytsov SA, et al. Comparative analysis of left ventricular strain parameters in patients with heart failure of ischemic and non-ischemic genesis. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(12):5085. (In Russ.) Илов Н.Н., Стомпель Д.Р., Бойцов С.А. и др. Сравнительный анализ показателей деформации миокарда левого желудочка больных хронической сердечной недостаточностью ишемического и неишемического генеза. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(12):5085. doi:10.15829/1560-4071-2022-5085.
- Shirokov NE, Yaroslavskaya EI, Krinochkin DV, et al. Relationship between latent left ventricular contractile dysfunction and signs of immune inflammation in patients with COVID-19 pneumonia. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(3):3434. (In Russ.) Широков Н.Е., Ярославская Е.И., Криночкин Д.В. и др. Связь вариантов скрытой контрактильной дисфункции левого желудочка и признаков иммунного воспаления у пациентов, перенесших COVID-19-пневмонию. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023;22(3):3434. doi:10.15829/1728-8800-2023-3434.
- Gluckman TJ, Bhavne NM, Allen LA, et al. 2022 ACC Expert Consensus Decision Pathway on Cardiovascular Sequelae of COVID-19 in Adults: Myocarditis and Other Myocardial Involvement, Post-Acute Sequelae of SARS-CoV-2 Infection, and Return to Play: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(17):1717-56. doi:10.1016/j.jacc.2022.02.003.
- Caiado LDC, Azevedo NC, Azevedo RRC, et al. Cardiac involvement in patients recovered from COVID-19 identified using left ventricular longitudinal strain. *Journal of Echocardiography*. 2021;(14):1-6. doi:10.1007/s12574-021-00555-4.
- 2020 Clinical practice guidelines for Stable coronary artery disease. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(11):4076. (In Russ.) Стабильная ишемическая болезнь сердца. *Клинические рекомендации 2020. Российский кардиологический журнал*. 2020;25(11):4076. doi:10.15829/29/1560-4071-2020-4076.
- Kobalava ZD, Konradi AO, Nedogoda SV, et al. Arterial hypertension in adults. *Clinical guidelines 2020. Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(3):3786. (In Russ.) Кобалава Ж.Д., Конради А.О., Недогода С.В. и др. Артериальная гипертензия у взрослых. *Клинические рекомендации 2020. Российский кардиологический журнал*. 2020;25(3):3786. doi:10.15829/1560-4071-2020-3-3786.
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(1):1-39.e14. doi:10.1016/j.echo.2014.10.003.
- Badano LP, Kollas TJ, Muraru D, et al. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(6):591-600. doi:10.1093/ehjci/jej042.
- Zuo HJ, Yang XT, Liu QG, et al. Global Longitudinal Strain at Rest for Detection of Coronary Artery Disease in Patients without Diabetes Mellitus. *Curr Med Sci*. 2018;38(3):413-21. doi:10.1007/s11596-018-1894-1.
- Shirokov NE, Yaroslavskaya EI, Krinochkin DV, et al. Dynamics of global and segmental strain as a marker of right ventricular contractility recovery in patients after COVID-19 pneumonia. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(1):5212. (In Russ.) Широков Н.Е., Ярославская Е.И., Криночкин Д.В. и др. Динамика глобальной и сегментарной деформации как маркер восстановления сократимости правого желудочка у пациентов, перенесших COVID-19-пневмонию. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(1):5212. doi:10.15829/1560-4071-2023-5212.
- Cecchetto A, Torreggiani G, Guarnieri G, et al. Subclinical Myocardial Injury in Patients Recovered from COVID-19 Pneumonia: Predictors and Longitudinal Assessment. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2023;10(4):179. doi:10.3390/jcdd10040179.
- Ammirati E, Frigerio M, Adler ED, et al. Management of Acute Myocarditis and Chronic Inflammatory Cardiomyopathy: An Expert Consensus Document. *Circ Heart Fail*. 2020;13(11):e007405. doi:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.120.007405.
- Blagova OV, Ainetdinova DK, Kogan EA, et al. Infective and nonbacterial thrombotic endocarditis in patients with post-COVID-19 viral-immune myocarditis. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(9):4827. (In Russ.) Благова О.В., Айнетдинова Д.Х., Коган Е.А. и др. Инфекционный и небактериальный тромбознокардит у больных с постковидным вирусно-иммунным миокардитом. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(9):4827. doi:10.15829/1560-4071-2022-4827.