

## Динамика клинических и эхокардиографических параметров в течение года после пневмонии COVID-19 у лиц без сердечно-сосудистых заболеваний в зависимости от наличия ожирения

Ярославская Е.И.<sup>1</sup>, Широков Н.Е.<sup>1</sup>, Криночкин Д.В.<sup>1</sup>, Гаранина В.Д.<sup>1</sup>, Коровина И.О.<sup>2</sup>, Осокина Н.А.<sup>1</sup>, Мигачева А.В.<sup>1</sup>, Сапожникова А.Д.<sup>1</sup>, Петелина Т.И.<sup>1</sup>

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

**Цель.** Изучить динамику клинических и эхокардиографических параметров у лиц без сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в течение года после пневмонии COVID-19 (CoronaVirus Disease 2019) в зависимости от наличия ожирения (Ож).

**Материал и методы.** В течение года после пневмонии COVID-19 сравнивали клинические и эхокардиографические параметры 21 пациента с Ож без ССЗ, группу без ССЗ и без Ож составили 52 сопоставимых по полу и возрасту пациента.

**Результаты.** Впервые развившиеся ССЗ зарегистрированы у 55% группы с Ож и у 17% группы без Ож. Глобальная продольная деформация левого желудочка (ЛЖ) через 3 мес. (-18,4±2,3 vs -20,6±2,2%, p=0,010) и через год после пневмонии COVID-19 (-18,8±1,8 vs -20,8±2,5%, p=0,021) была ниже в группе с Ож. Латеральная (e' later) — 10,8±3,3 vs 13,1±2,9 см/с (p=0,007) и септальная (e' sept) — 8,5±2,7 vs 10,1±2,0 см/с (p=0,011) раннедиастолические скорости митрального кольца, а также соотношение скоростей раннего и позднего диастолического наполнения ЛЖ (E/A) — 1,1±0,3 vs 1,2±0,3 (p=0,019) в конце наблюдения были ниже в группе с Ож.

**Заключение.** У лиц без ССЗ в течение года наблюдения после пневмонии COVID-19 отмечена высокая частота впервые развившихся ССЗ у 55% лиц с Ож и у 17% лиц без Ож, что сопровождалось

худшими показателями систолической и диастолической функции ЛЖ в группе с Ож.

**Ключевые слова:** ожирение, пневмония COVID-19, сердечно-сосудистые заболевания, эхокардиография, продольная деформация миокарда, диастолическая функция левого желудочка.

**Отношения и деятельность:** нет.

**Поступила** 18/07-2023

**Рецензия получена** 07/08-2023

**Принята к публикации** 06/09-2023



**Для цитирования:** Ярославская Е.И., Широков Н.Е., Криночкин Д.В., Гаранина В.Д., Коровина И.О., Осокина Н.А., Мигачева А.В., Сапожникова А.Д., Петелина Т.И. Динамика клинических и эхокардиографических параметров в течение года после пневмонии COVID-19 у лиц без сердечно-сосудистых заболеваний в зависимости от наличия ожирения. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023;22(9):3672. doi:10.15829/1728-8800-2023-3672. EDN QNFNSW

## Changes of clinical and echocardiographic parameters within a year after COVID-19 pneumonia in patients without cardiovascular diseases, depending on the obesity presence

Yaroslavskaya E. I.<sup>1</sup>, Shirokov N. E.<sup>1</sup>, Krinochkin D. V.<sup>1</sup>, Garanina V. D.<sup>1</sup>, Korovina I. O.<sup>2</sup>, Osokina N. A.<sup>1</sup>, Migacheva A. V.<sup>1</sup>, Sapozhnikova A. D.<sup>1</sup>, Petelina T. I.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center. Tomsk; <sup>2</sup>Regional Clinical Hospital № 1. Tyumen, Russia

**Aim.** To study the changes of clinical and echocardiographic parameters in people without cardiovascular diseases (CVDs) within a year after coronavirus disease 2019 (COVID-19) depending on the obesity presence.

**Material and methods.** During the year after COVID-19 pneumonia, the clinical and echocardiographic parameters of 21 patients with obesity and without CVD were compared. The group both without CVDs and obesity consisted of 52 patients comparable by sex and age.

**Results.** Newly developed CVDs were registered in 55% and 17% of the group with and without obesity, respectively. Left ventricular (LV) global longitudinal strain 3 months (-18,4±2,3 vs -20,6±2,2%, p=0,010) and one year after COVID-19 pneumonia (-18,8±1,8 vs -20,8±2,5%, p=0,021) was lower in the group with obesity. Lateral (e' later) (10,8±3,3 vs 13,1±2,9 cm/s (p=0,007)) and septal (e' sept) (8,5±2,7 vs 10,1±2,0 cm/s (p=0,011)) early diastolic mitral annulus velocity, as well as the ratio

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):  
e-mail: yaroslavskayae@gmail.com

[Ярославская Е.И.\* — д.м.н., зав. лабораторией инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0003-1436-8853, Широков Н.Е. — к.м.н., н.с. лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0002-4325-2633, Криночкин Д.В. — к.м.н., с.н.с. лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0003-4993-056X, Гаранина В.Д. — врач-кардиолог консультативного отделения, м.н.с. лаборатории клиничко-диагностических и молекулярно-генетических исследований, ORCID: 0000-0002-9232-5034, Коровина И.О. — врач-пульмонолог, ORCID: 0000-0002-8146-459X, Осокина Н.А. — м.н.с. лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, врач-стажер консультативного отделения, ORCID: 0000-0002-3928-8238, Мигачева А.В. — лаборант-исследователь лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0002-0793-2703, Сапожникова А.Д. — лаборант-исследователь лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, ORCID: 0000-0003-0961-2348, Петелина Т.И. — зам. директора по научной работе, д.м.н., в.н.с. отделения артериальной гипертензии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии, зав. лабораторией клиничко-диагностических и молекулярно-генетических исследований, ORCID: 0000-0001-6251-4179].

of early and late diastolic LV filling (E/A) ( $1,1 \pm 0,3$  vs  $1,2 \pm 0,3$  ( $p=0,019$ )) at the end of the follow-up were lower in the group with obesity.

**Conclusion.** In people without CVDs during a year after COVID-19 pneumonia, a high prevalence of newly developed CVD was noted in 55% and in 17% of people with and without obesity, which was accompanied by worse LV systolic and diastolic function in the group with obesity.

**Keywords:** obesity, COVID-19 pneumonia, cardiovascular diseases, echocardiography, longitudinal myocardial strain, left ventricular diastolic function.

**Relationships and Activities:** none.

Yaroslavskaya E. I.\* ORCID: 0000-0003-1436-8853, Shirokov N. E. ORCID: 0000-0002-4325-2633, Krinochkin D. V. ORCID: 0000-0003-4993-056X, Garanina V. D. ORCID: 0000-0002-9232-5034, Korovina I. O. ORCID: 0000-0002-8146-459X, Osokina N. A. ORCID: 0000-0002-3928-8238, Migacheva A. V. ORCID: 0000-0002-0793-2703, Sapozh-

nikova A. D. ORCID: 0000-0003-0961-2348, Petelina T. I. ORCID: 0000-0001-6251-4179.

\*Corresponding author:  
yaroslavskayae@gmail.com

**Received:** 18/07-2023

**Revision Received:** 07/08-2023

**Accepted:** 06/09-2023

**For citation:** Yaroslavskaya E. I., Shirokov N. E., Krinochkin D. V., Garanina V. D., Korovina I. O., Osokina N. A., Migacheva A. V., Sapozhnikova A. D., Petelina T. I. Changes of clinical and echocardiographic parameters within a year after COVID-19 pneumonia in patients without cardiovascular diseases, depending on the obesity presence. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(9):3672. doi:10.15829/1728-8800-2023-3672. EDN QNFNSW

АГ — артериальная гипертензия, ВУ ВПЖ — время ускорения кровотока в выводящем тракте правого желудочка, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, ИМТ — индекс массы тела, КТ — компьютерная томография, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, ММ — масса миокарда, ПЖ — правый желудочек, Ож — ожирение, ППТ — площадь поверхности тела, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ЭхоКГ — эхокардиография, COVID-19 — COroNaVirus Disease 2019 (новая коронавирусная инфекция), E — скорость раннего диастолического наполнения ЛЖ, E/A — соотношение скоростей раннего и позднего диастолического наполнения ЛЖ, e' sept — раннедиастолическая скорость латеральной части митрального кольца, e' later — раннедиастолическая скорость септальной части митрального кольца, E/e' — отношение ранней диастолической скорости трансмитрального потока к ранней диастолической скорости движения митрального кольца, LV GLS — left ventricular global longitudinal strain (глобальная продольная деформация ЛЖ), RV LS — right ventricular longitudinal strain (продольная деформация эндокарда ПЖ), RV FWS — right ventricle free wall strain (продольная деформация эндокарда свободной стенки ПЖ).

### Ключевые моменты

#### Что известно о предмете исследования?

- Ожирение (Ож) связано не только с худшими исходами госпитального периода COVID-19, но и с худшим течением его позднего восстановительного периода.

#### Что добавляют результаты исследования?

- При исходном отсутствии сердечно-сосудистых заболеваний через год после пневмонии COVID-19 более высокая частота впервые развившихся сердечно-сосудистых заболеваний регистрируется у 55% лиц с Ож по сравнению с 17% у лиц без Ож. Наличие Ож увеличивает риск развития артериальной гипертензии в 3,61 раза.
- Сниженная глобальная продольная деформация левого желудочка выявлена у 31,3% пациентов с Ож и у 12,2% лиц без Ож.

### Key messages

#### What is already known about the subject?

- Obesity is associated not only with worse outcomes during the hospital period of COVID-19, but also with a complicated long-term course.

#### What might this study add?

- In the absence of cardiovascular diseases at baseline, a year after COVID-19 pneumonia, a higher incidence of new-onset cardiovascular diseases is recorded in 55% of people with obesity compared to 17% in people without obesity. Obesity increases the risk of hypertension by 3,61 times.
- Reduced left ventricular global longitudinal strain was detected in 31,3% of patients with obesity and in 12,2% of people without obesity.

## Введение

COVID-19 (COroNaVirus Disease 2019) — заболевание с обширным поражением сердечно-сосудистой системы. В настоящее время на первый план выходят осложнения перенесенной инфекции, основная часть которых затрагивает сердечно-сосудистую систему [1-6]. У значимого количества перенесших COVID-19 развиваются стойкие изменения метаболизма с поражением сосудистой стенки, схожим с таковым при метаболическом синдроме [7]. Динамическое изучение сердечно-сосудистого статуса перенесших осложненное течение COVID-19 важно для своевременного выявления впервые возникших сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и скрытой систолической дис-

функции левого желудочка (ЛЖ). Известно, что ожирение (Ож) у больных ССЗ связано с худшими исходами COVID-19, однако неизвестно, какую роль оно играет в течении восстановительного периода осложненной инфекции у лиц без ССЗ.

Ож получило широкое признание в качестве основного фактора риска ССЗ [8]. Большая часть неблагоприятных сердечно-сосудистых исходов связана с Ож посредством так называемых кардиометаболических заболеваний — таких, как артериальная гипертензия и сахарный диабет. Однако существуют независимые биологические пути влияния Ож на сердечно-сосудистую систему через накопление в миокарде липотоксичных веществ (например, триглицеридов), что ведет к фиброзу

и структурно-функциональному ремоделированию миокарда [9].

Все больший интерес вызывает развитие систолической дисфункции ЛЖ на фоне сохраненной фракции выброса (ФВ) [10, 11]. При этом необходимо учитывать, что рутинно оцениваемые показатели систолической функции ЛЖ не всегда отражают истинное состояние сократимости миокарда. Например, нормальные значения ФВ ЛЖ далеко не всегда соответствуют нормальной систолической функции ЛЖ. Для получения полноценной информации о систолической функции ЛЖ необходимо оценивать его глобальную продольную деформацию (LV GLS — left ventricular global longitudinal strain) [12]. Более эффективно оценить функцию правого желудочка (ПЖ) позволяет анализ его эндокардиальной продольной деформации (RV LS — right ventricular longitudinal strain) и продольной деформации его свободной стенки (RV FWS — right ventricular free wall longitudinal strain) [13].

Предположили, что у пациентов без ССЗ, страдающих Ож, период госпитализации и восстановительный периоды пневмонии COVID-19 проходили тяжелее в сравнении с пациентами без ССЗ и без Ож.

Цель — изучить динамику клинических и эхокардиографических (ЭхоКГ) параметров у лиц без ССЗ в течение года после пневмонии COVID-19 в зависимости от наличия Ож.

## Материал и методы

В наблюдательное проспективное исследование вошли пациенты "Перспективного регистра лиц, перенесших COVID-19-ассоциированную пневмонию" (свидетельство государственной регистрации № 2021622535 от 18.11.2021). Исследование зарегистрировано в международном реестре клинических исследований clinicaltrials.gov (No. NCT04501822). Пациенты идентифицировались в период апрель 2020-январь 2021гг по данным моноинфекционного госпиталя. В регистр включали лиц  $\geq 18$  лет с лабораторно подтвержденным диагнозом пневмонии COVID-19, пожелавших участвовать в наблюдении. В регистр не включали лиц с обострением хронических заболеваний, с онкологическими заболеваниями, диагностированными  $< 5$  лет назад, туберкулезом и другими заболеваниями, сопровождающимися пневмофиброзом, хроническими гепатитами, вирусом иммунодефицита человека. Критериями исключения были: отказ от участия, выявленные за период наблюдения онкологические заболевания, беременность, неоптимальная визуализация при ЭхоКГ. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Амбулаторное обследование пациентам регистра проводили после выписки через 3 мес.  $\pm 2$  нед. (92 [82-99] дня) — визит 1, и через 12 мес.  $\pm 3$  нед. — (367 [362-381] дней) — визит 2. Из регистра был отобран 91 пациент без ССЗ. Ож отмечалось у 21 из них, группу без ССЗ и без Ож составили 52 сопоставимых по полу и возрасту пациента.

Данные острого периода COVID-19 оценивали по выписным эпикризам из историй болезни. Всем пациентам в течение первых суток госпитализации была выпол-

нена стандартная двухмерная ЭхоКГ, доплер-ЭхоКГ с измерением полостей сердца, расчетом ФВ ЛЖ по методике Симпсона на ультразвуковой системе EPIQ 5 (Philips, США). На визитах всем обследуемым проводилась ЭхоКГ на ультразвуковой диагностической системе экспертного класса Vivid S70 с сохранением данных в формате DICOM и обработкой на рабочей станции IntelliSpace Cardiovascular с программой TomTec (Philips, США).

Оценивали линейные размеры, площадь, объемы полостей и толщину стенок сердца, систолическую функцию желудочков в соответствии с рекомендациями с учетом индексирования к площади поверхности тела (ППТ) и гендерных различий. Также оценивали толщину эпикардального жира, геометрию ЛЖ на основании относительной толщины стенок и индекса массы миокарда (ИММ) ЛЖ, доплерографические характеристики сердечной гемодинамики, систолическую и диастолическую функции желудочков. Стандартные ЭхоКГ измерения и их оценку проводили в соответствии с рекомендациями [10]. Гипертрофию ЛЖ диагностировали с учетом индекса массы тела (ИМТ): если ИМТ соответствовал нормальной или избыточной массе тела, массу миокарда (ММ) ЛЖ индексировали к площади поверхности тела, и критериями для гипертрофии ЛЖ считали значение индекса ММ ЛЖ (ИММЛЖ)  $> 115$  г/м<sup>2</sup> для мужчин и  $> 95$  г/м<sup>2</sup> для женщин [10, 14]. Если ИМТ соответствовал Ож, ММ ЛЖ индексировали к росту в степени 2,7; в этом случае гипертрофию ЛЖ диагностировали при ИММЛЖ  $> 50$  г/м<sup>2.7</sup> для мужчин и  $> 47$  г/м<sup>2.7</sup> для женщин [15, 16]. Отсутствие данных о весе пациентов во время госпитализации не позволило проиндексировать абсолютные значения параметров ЭхоКГ на госпитальном этапе исследования. При оптимальной визуализации сердца оценивали показатели продольной деформации ЛЖ и эндокардиального слоя ПЖ. Динамику параметров глобальной (LV GLS) и сегментарной продольной деформации ЛЖ, эндокардиальной деформации ПЖ удалось изучить у 40 пациентов без Ож и у 15 пациентов с Ож. Значения LV GLS  $> -18\%$  считали сниженными [10, 17]. Референсными для деформации эндокарда свободной стенки ПЖ (RV FWS) считали значения от  $-22\%$  до  $-24\%$  [18, 19].

Статистический анализ проведен 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 оценивали как среднее  $\pm$  стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ), в случае распределения, отличного от нормального — как медианное значение ( $Me$ ) и интерквартильный размах [ $Q_{25}; Q_{75}$ ]. Значимость различий непрерывных переменных между группами оценивали в зависимости от распределения данных критерием Стьюдента для независимых выборок или критерием Манн-Уитни. Изменения в динамике количественных переменных оценивали критерием Стьюдента для парных выборок, дисперсионным анализом или критерием Вилкоксона, критерием Фридмана. Для сравнения качественных переменных между группами использовали критерий  $\chi^2$  или точный критерий Фишера, для сравнения изменений в динамике — критерий Мак Немара. Результаты считали статистически значимыми при уровне  $p < 0,05$ . Работа выполнена без задействования грантов и финансовой поддержки от общественных, некоммерческих и коммерческих организаций.

Таблица 1

Клинические параметры лиц без ССЗ после пневмонии COVID-19 в зависимости от наличия Ож

Параметр	Период обследования	Пациенты без Ож, n=52	Пациенты с Ож, n=21	p*
Мужской пол, %		34,6	33,3	0,917
Возраст, лет		45,1±8,1	48,8±5,9	0,064
Вес, кг	Визит 1	72,3±11,2	92,0±11,0	<0,001
	Визит 2	74,8±12,1	90,4±13,6	<0,001
	p	<0,001	0,223	
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	Визит 1	25,0±2,8	33,8±4,4	<0,001
	Визит 2	25,9±2,9	33,3±5,8	<0,001
	p	<0,001	0,435	
Нормализация данных КТ легких, %	Визит 1	68,6	28,6	0,002
	Визит 2	74,5	47,6	0,032
	p	0,250	0,219	
Курение, %	Визит 1	30,0	25,0	0,732
	Визит 2	30,0	25,0	0,675
	p	1,000	1,000	
САД, мм рт.ст.	Визит 1	110,1±12,5	119,7±18,5	0,046
	Визит 2	113,2±14,9	119,3±11,6	0,473
	p	0,024	0,449	
ДАД, мм рт.ст.	Визит 1	71,9±8,6	80,7±11,3	0,021
	Визит 2	77,3±11,7	81,2±6,6	0,587
	p	0,020	0,467	
Впервые развившиеся ССЗ, %	Визит 2	17,3	55,0	0,001
Впервые развившаяся АГ, %		13,5	55,0	0,004
Впервые развившаяся ИБС, %		1,9	—	1,000
Бронхиальная астма, %	Визит 1	1,9	19,0	0,009
Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника, %		5,8	28,6	0,007
Деформирующий остеоартроз, %		3,8	19,0	0,032
Желчнокаменная болезнь, %		7,7	23,8	0,058
Гастрит, %		1,9	47,6	<0,001

Примечание: М±SD — среднее ± среднее квадратичное отклонение, p — значимость различий между данными пациентов одной и той же группы в динамике, p\* — значимость различий между параметрами групп пациентов с Ож и без, n — число пациентов, АГ — артериальная гипертензия, ДАД — диастолическое артериальное давление, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИМТ — индекс массы тела, КТ — компьютерная томография, Ож — ожирение, САД — систолическое артериальное давление, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания.

## Результаты

Группы статистически значимо не различались по возрасту и половому составу, частоте курения (таблица 1) и нарушения теста толерантности к глюкозе; оно было выявлено у одного пациента без Ож и у двух пациентов с Ож. Ни у одного из пациентов, включенных в исследование, не было диагностировано сахарного диабета. В госпитальном периоде не было значимых межгрупповых различий по длительности лечения в стационаре (12 [9; 14] и 12 [10; 16] дней, p=0,422), частоте лечения в отделениях реанимации и интенсивной терапии (5,8 и 9,5%, p=0,621), применению гормональной (13,5 и 33,3%, p=0,096) и биологически активной терапии (3,8 и 9,5%, p=0,171), однако в группе без Ож была ниже частота максимального поражения легких >50% по данным компьютерной томографии (КТ) (27,5 vs 52,4%, p=0,043). На обоих амбулаторных визитах частота нормализации данных КТ легких была выше в группе без Ож.

ИМТ в группе без ожирения значимо вырос. Если на 1 визите в этой группе частота выявления избыточной массы тела составляла 51,9%, то на 2 визите эта цифра выросла до 65,4%, а у трех пациентов было впервые диагностировано Ож 1 ст. В группе с Ож ИМТ за время наблюдения снизился, но снижение это не достигло статистической значимости. Тем не менее, количество пациентов с Ож 1 ст. уменьшилось с 76,2 до 57,1% (три пациента перешли в категорию с избыточной массой тела, у одного пациента ИМТ нормализовался). Количество пациентов с Ож 2 и 3 ст. за время наблюдения не изменилось — 9,5 и 14,3%, соответственно.

Цифры систолического и диастолического артериального давления на 1 визите были выше у пациентов с Ож, на 2 визите эти различия нивелировались за счет выросших значений у пациентов без Ож. За время наблюдения были зарегистрированы случаи впервые развившейся артериальной

Таблица 2

## Показатели левых отделов сердца при рутинной ЭхоКГ лиц без ССЗ после пневмонии COVID-19 в зависимости от наличия Ож

Параметр	Период обследования	Пациенты без Ож, n=52	Пациенты с Ож, n=21	p*
ППТ, кг/м <sup>2</sup>	Визит 1	1,83±0,18	2,00±0,15	<0,001
	Визит 2	1,86±0,18	1,99±0,16	0,005
	p	<0,001	0,460	
КДО ЛЖ, мл	Госпитализация	106,8±23,7	112,5±23,3	0,373
	Визит 1	83,6±24,3	81,0±16,2	0,626
	Визит 2	83,1±20,2	82,8±18,0	0,981
	p	<0,001	<0,001	
Индекс КДО ЛЖ, мл/м <sup>2</sup>	Визит 1	44,3±10,0	41,0±7,5	0,187
	Визит 2	44,4±8,9	41,5±8,2	0,134
	p	0,881	0,689	
Максимальный объем ЛП, мл	Госпитализация	46,5±8,7	51,4±6,6	0,024
	Визит 1	41,6±10,3	45,5±10,9	0,067
	Визит 2	40,8±11,0	48,0±9,6	0,012
	p	0,001	0,002	
Индекс максимального объема ЛП, мл/м <sup>2</sup>	Визит 1	22,3±4,9	22,7±4,5	0,518
	Визит 2	22,0±4,9	24,0±3,8	0,062
	p	0,358	0,149	
Фракция опорожнения ЛП, %	Визит 1	63,1±7,4	58,6±6,3	0,016
	Визит 2	59,8±6,7	58,4±5,7	0,423
	p	0,021	0,939	
ММ ЛЖ по формуле "площадь-длина", г	Визит 1	134,1±30,7	142,9±31,3	0,249
	Визит 2	131,8±25,3	142,4±29,6	0,072
	p	0,469	0,895	
ИММЛЖ, г/м <sup>2</sup> без Ож и г/м <sup>2,7</sup> при Ож	Визит 1	72,4±14,4	37,0±8,7	—
	Визит 2	70,2±10,4	37,1±9,2	—
	p	0,207	0,930	
Гипертрофия ЛЖ, %	Визит 1	4,0	14,0	0,161
	Визит 2	0	10,0	0,082
	p	0,500	1,000	
ФВ ЛЖ, (2D Simpson), %	Госпитализация	69,0±4,8	68,5±5,3	0,699
	Визит 1	69,9±3,8	69,4±3,4	0,378
	Визит 2	71,2±3,4	69,3±3,5	0,041
	p	0,027	0,890	
Скорость раннедиастолического наполнения ЛЖ, E, см/с	Визит 1	79,7±16,9	68,1±11,1	0,005
	Визит 2	74,2±13,7	70,1±13,7	0,345
	p	0,509	0,861	
E/A, см/с	Визит 1	1,4±0,4	1,0±0,2	<0,001
	Визит 2	1,2±0,3	1,1±0,3	0,019
	p	0,027	0,083	
Раннедиастолическая скорость латеральной части митрального кольца, e' later, см/с	Визит 1	13,9±3,2	10,3±3,2	<0,001
	Визит 2	13,1±2,9	10,8±3,3	0,007
	p	0,039	0,528	
Сниженная раннедиастолическая скорость латеральной части митрального кольца, e' later <10 см/с, %	Визит 1	6,0	44,0	<0,001
	Визит 2	13,7	27,8	0,276
	p	0,289	0,375	
Раннедиастолическая скорость септальной части митрального кольца, e' sept, см/с	Визит 1	10,9±3,0	8,4±2,4	<0,001
	Визит 2	10,1±2,0	8,5±2,7	0,011
	p	0,020	0,720	
Сниженная раннедиастолическая скорость септальной части митрального кольца, e' sept <7 см/с, %	Визит 1	6,0	21,0	0,014
	Визит 2	2,0	16,0	0,058
	p	0,500	1,000	

Таблица 2. Продолжение

Параметр	Период обследования	Пациенты без Ож, n=52	Пациенты с Ож, n=21	p*
E/e'	Визит 1	6,6±1,3	7,8±2,3	0,388
	Визит 2	6,6±1,4	7,7±2,1	0,044
	p	0,965	0,826	

Примечание: M±SD — среднее ± среднеквадратичное отклонение, p — значимость различий между данными пациентов одной и той же группы в динамике, p\* — значимость различий между параметрами групп пациентов с Ож и без, n — число пациентов, ИММЛЖ — индекс ММ ЛЖ, КДО — конечно-диастолический объем, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, ММ — масса миокарда, Ож — ожирение, ППТ — площадь поверхности тела, ФВ ЛЖ — фракция выброса, E/A — соотношение скоростей раннего и позднего диастолического наполнения ЛЖ, E/e' — отношение ранней диастолической скорости трансмитрального потока к ранней диастолической скорости движения митрального кольца.

гипертонии (АГ): у 7 из 52 пациентов без Ож (в т.ч. у одного пациента наряду с АГ была впервые диагностирована ишемическая болезнь сердца) и у 11 из 21 пациента с Ож. В группе с Ож чаще диагностировали впервые выявленные ССЗ за счет впервые выявленной АГ. Сопутствующие хронические заболевания также чаще диагностированы в группе с Ож. Для оценки риска возникновения АГ в течение периода наблюдения в зависимости от наличия Ож использовали однофакторную регрессию Кокса. Относительный риск, рассчитанный по результатам анализа, позволяет заключить, что наличие Ож увеличивало риск развития АГ в 3,61 (95% доверительный интервал (ДИ): 1,309-9,958), p=0,013.

ППТ в группе с Ож была выше (таблица 2). Увеличившаяся в динамике ППТ в группе без Ож отражает увеличение веса этих пациентов. При анализе данных ЭхоКГ объемы левых камер сердца в период госпитализации были значимо больше, чем на визитах, однако после индексации к ППТ эти различия исчезли. Фракция опорожнения левого предсердия (ЛП) в период госпитализации была выше в группе без Ож, что можно объяснить адекватной у пациентов этой группы реакцией на инфузионную нагрузку, проводимую в остром периоде заболевания, с последующим снижением значений этого показателя в восстановительном периоде.

На 2 визите появилась тенденция к большим абсолютным значениям ММ ЛЖ в группе с Ож. В силу различий по способу расчета и критериям нормы сравнение ИММЛЖ между группами не проводилось. Однако по частоте выявления гипертрофии ЛЖ в конце наблюдения также появилась тенденция к более частому ее выявлению в группе с Ож — гипертрофия ЛЖ зарегистрирована у двух ее пациентов, тогда как в группе без Ож на 2 визите лиц с гипертрофией ЛЖ выявлено не было.

В конце наблюдения обнаружена тенденция к более частому патологическому ремоделированию ЛЖ в группе с Ож — 33,3 vs 12,8% (p=0,091).

Обратили на себя внимание худшие показатели диастолической функции ЛЖ в группе с Ож: значимо более низкие скорости раннего диастолического

го наполнения ЛЖ, раннедиастолические скорости септального (e' sept) и латерального (e' later) отделов митрального кольца, отношение ранней диастолической скорости трансмитрального потока к ранней диастолической скорости движения митрального кольца (E/e'). Однако если в группе с Ож по этим параметрам не было зафиксировано значимой отрицательной динамики, настораживает ее наличие у лиц без Ож: снизились диастолические скорости движения митрального кольца и соотношение скоростей раннего и позднего диастолического наполнения ЛЖ (E/A). Частота выявления сниженных e' later и e' sept на 1 визите была выше в группе с Ож, на 2 визите в этой группе сохранялась тенденция к более низкой e' sept.

ФВ ЛЖ у всех пациентов на всех этапах исследования находилась в пределах референсных значений. На 2 визите отмечено ее увеличение в группе без Ож, обусловившее появление межгрупповых различий в конце наблюдения по этому параметру. Анализ параметров продольной деформации ЛЖ показал отсутствие динамики LV GLS внутри групп и меньшие значения LV GLS в группе с Ож, частота выявления сниженной LV GLS была выше в группе с Ож (таблица 3). Средние значения LV GLS в группе без Ож соответствовали норме, а в группе с Ож находились в пределах так называемой "серой зоны" (от -18 до -20%). При этом меньшие значения LV GLS в группе с Ож регистрировались благодаря худшим параметрам сегментарной деформации преимущественно передних и задних сегментов базального и среднего уровней ЛЖ. В группе с Ож ухудшилась сегментарная продольная деформация в базальном заднем сегменте ЛЖ, отмечена тенденция к улучшению деформации среднего нижнего сегмента ЛЖ, в группе без Ож — среднего нижнеперегородочного сегмента ЛЖ.

В динамике отмечалось прогрессивное уменьшение размеров ПЖ, связанное с уменьшением вызванной пневмонией нагрузкой на малый круг кровообращения, однако статистической значимости оно достигло только в группе без Ож (таблица 4). Объем правого предсердия на 1 визите в сравнении с данными госпитализации умень-

Таблица 3

Показатели продольной деформации ЛЖ лиц без ССЗ через 3 и 12 мес. после пневмонии COVID-19 в зависимости от наличия Ож

Параметр продольной деформации, %	Период обследования	Пациенты без Ож, n=40	Пациенты с Ож, n=15	p*
Глобальная (LV GLS)	Визит 1	-20,6±2,2	-18,4±2,3	0,010
	Визит 2	-20,8±2,5	-18,8±1,8	0,021
	p	0,473	0,428	
Снижение глобальной деформации, % (LV GLS >-18%)	Визит 1	12,2	46,7	0,010
	Визит 2	12,2	31,3	0,129
	p	1,000	0,625	
Базальный уровень	Визит 1	-18,9±1,9	-16,8±2,2	0,004
	Визит 2	-19,2±2,7	-16,7±2,3	0,003
	p	0,410	0,865	
Средний уровень	Визит 1	-20,6±2,0	-18,3±2,1	0,008
	Визит 2	-20,9±2,5	-18,8±2,1	0,011
	p	0,337	0,300	
Апикальный уровень	Визит 1	-22,8±3,7	-20,6±4,2	0,157
	Визит 2	-22,9±3,4	-21,7±3,3	0,466
	p	0,798	0,446	
Базальный передний сегмент	Визит 1	-19,4±4,4	-15,3±4,3	0,031
	Визит 2	-19,7±3,8	-14,7±2,8	<0,001
	p	0,708	0,382	
Базальный передне-септальный сегмент	Визит 1	-17,6±2,6	-16,9±3,6	0,465
	Визит 2	-18,1±3,3	-16,2±2,8	0,005
	p	0,687	0,425	
Базальный нижний сегмент	Визит 1	-20,3±3,0	-17,9±3,4	0,123
	Визит 2	-21,1±3,5	-19,7±2,3	0,188
	p	0,184	0,173	
Базальный нижне-септальный	Визит 1	-17,8±3,0	-16,8±2,0	0,266
	Визит 2	-18,3±2,7	-17,6±2,6	0,043
	p	0,363	0,301	
Базальный передне-латеральный сегмент	Визит 1	-18,7±3,9	-16,3±4,9	0,266
	Визит 2	-19,2±4,2	-16,5±5,5	0,344
	p	0,968	0,883	
Базальный нижне-латеральный сегмент	Визит 1	-19,8±3,1	-17,3±4,0	0,018
	Визит 2	-18,9±4,1	-15,3±4,6	0,011
	p	0,223	0,046	
Средний передний сегмент	Визит 1	-19,3±4,5	-14,6±5,0	0,019
	Визит 2	-19,7±3,7	-15,4±3,2	0,004
	p	0,660	0,363	
Средний передне-септальный сегмент	Визит 1	-20,3±3,1	-20,1±3,1	0,942
	Визит 2	-21,0±3,3	-19,3±2,6	0,017
	p	0,243	0,535	
Средний нижний сегмент	Визит 1	-22,1±2,7	-20,4±2,5	0,216
	Визит 2	-23,0±3,4	-22,1±2,9	0,177
	p	0,145	0,095	
Средний нижне-септальный	Визит 1	-20,6±2,1	-20,3±2,4	0,346
	Визит 2	-21,2±2,5	-20,9±2,6	0,288
	p	0,052	0,307	
Средний передне-латеральный сегмент	Визит 1	-19,8±3,6	-16,3±5,2	0,136
	Визит 2	-19,6±3,8	-17,5±4,3	0,534
	p	0,374	0,350	
Средний нижне-латеральный сегмент	Визит 1	-21,3±3,2	-18,2±2,9	0,006
	Визит 2	-21,1±3,3	-17,4±4,2	0,024
	p	0,858	0,291	

Примечание: M±SD — среднее ± среднее квадратичное отклонение, p — значимость различий между данными пациентов одной и той же группы в динамике, p\* — значимость различий между параметрами групп пациентов с Ож и без, n — число пациентов, Ож — ожирение, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания.

Таблица 4

## Показатели правых отделов сердца при рутинной ЭхоКГ лиц без ССЗ после пневмонии COVID-19 в зависимости от наличия Ож

Параметр	Период обследования	Пациенты без Ож, n=52	Пациенты с Ож, n=21	p*
Максимальный объем правого предсердия, мл	Госпитализация	41,7±7,9	45,9±6,2	0,903
	Визит 1	29,1±10,8	28,2±8,7	0,041
	Визит 2	31,6±10,2	35,9±11,2	0,144
	p	<0,001	<0,001	
Индекс максимального объема правого предсердия, мл/м <sup>2</sup>	Визит 1	16,0±5,7	14,2±4,0	0,171
	Визит 2	17,0±5,1	17,9±5,1	0,579
	p	0,122	<0,001	
Передне-задний размер ПЖ, мм	Госпитализация	26,6±4,6	26,8±3,2	0,883
	Визит 1	25,3±2,5	25,6±2,2	0,278
	Визит 2	24,1±2,8	25,1±2,8	0,233
	p	<0,001	0,113	
Диастолическая площадь ПЖ, см <sup>2</sup>	Визит 1	15,1±4,0	16,1±4,0	0,324
	Визит 2	13,6±3,3	14,9±2,5	0,123
	p	<0,001	0,117	
Индекс диастолической площади ПЖ, см <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Визит 1	8,2±1,8	8,0±1,8	0,648
	Визит 2	7,3±1,5	7,5±1,1	0,662
	p	<0,001	0,078	
Фракция изменения площади ПЖ, FAC RV, %	Визит 1	52,3±9,5	51,2±7,4	0,642
	Визит 2	53,1±10,2	54,6±8,6	0,652
	p	0,585	0,152	
Амплитуда смещения фиброзного кольца трикуспидального клапана, TAPSE, мм	Визит 1	23,0±2,5	23,8±2,3	0,225
	Визит 2	23,1±2,0	23,9±2,7	0,278
	p	0,509	0,861	
ВУ ВТПЖ, мс	Визит 1	127,4±23,7	111,1±22,7	0,030
	Визит 2	116,3±22,4	117,7±23,7	0,829
	p	0,006	0,222	
Пиковая скорость трикуспидальной регургитации, м/с	Визит 1	2,1±0,3	2,6±0,4	0,923
	Визит 2	2,1±0,3	2,0±0,4	0,411
	p	0,510	0,682	
Максимальная диастолическая скорость движения септальной части фиброзного кольца трикуспидального клапана, e', см/с	Визит 1	13,0 [11,0; 14,0]	12,0 [11,0; 15,0]	0,562
	Визит 2	13,0 [11,0; 13,0]	12,0 [11,0; 14,0]	0,946
	p	0,313	0,962	
Эпикардиальный жир, мм	Визит 1	6,3±0,9	7,0±0,6	0,001
	Визит 2	6,4±1,8	7,2±1,7	0,051
	p	0,956	0,853	

Примечание: M±SD — среднее ± среднее квадратичное отклонение, Me [Q25;Q75] — медиана [интерквартильный размах], p — значимость различий между данными пациентов одной и той же группы в динамике, p\* — значимость различий между параметрами групп пациентов с Ож и без, n — число пациентов. ВУ ВТПЖ — время ускорения кровотока в выводном тракте ПЖ, Ож — ожирение, ПЖ — правый желудочек, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ЭхоКГ — эхокардиография, TAPSE — Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (амплитуда смещения фиброзного кольца трикуспидального клапана), FAC RV — Fractional Area Change Right Ventricle (фракция изменения площади ПЖ).

шился, однако на 2 визите, оставаясь в пределах нормы, снова увеличился, и даже после индексации к ППТ для группы с Ож это увеличение осталось статистически значимым. За период наблюдения параметры систолической функции ПЖ (фракция изменения площади ПЖ, амплитуда смещения фиброзного кольца трикуспидального клапана) значимо не изменились, как и пиковая скорость трикуспидальной регургитации. Такой параметр диастолической функции, как макси-

мальная диастолическая скорость латеральной части фиброзного кольца трикуспидального клапана, значимо не изменился.

На 1 визите время ускорения кровотока в выводном тракте ПЖ (ВУ ВТПЖ) в группе с ожирением было значимо меньше в сравнении с группой с нормальным ИМТ, что говорит о более высоком легочно-сосудистом сопротивлении в группе с Ож. В группе без Ож за время амбулаторного наблюдения ВУ ВТПЖ уменьшилось.



Таблица 5

Показатели эндокардиальной продольной деформации ПЖ у лиц без ССЗ через 3 и 12 мес. после пневмонии COVID-19 в зависимости от наличия Ож

Параметр эндокардиальной продольной деформации, %	Период обследования	Пациенты без Ож, n=37	Пациенты с Ож, n=12	p*
Общая деформация ПЖ, right ventricle strain, RV LS, %	Визит 1	-21,8±2,9	-20,9±2,4	0,902
	Визит 2	-23,3±3,4	-22,5±3,1	0,185
	p	0,006	0,110	
Деформация свободной стенки ПЖ, right ventricle free wall strain, RV FWS, %	Визит 1	-23,4±3,0	-22,2±3,0	0,474
	Визит 2	-25,3±3,7	-24,0±4,3	0,309
	p	0,003	0,092	
Базальный уровень свободной стенки ПЖ, %	Визит 1	-28,1±4,9	-26,5±4,3	0,954
	Визит 2	-29,3±4,7	-25,6±4,6	0,021
	p	0,137	0,586	
Средний уровень свободной стенки ПЖ, %	Визит 1	-25,7±4,8	-22,6±3,5	0,088
	Визит 2	-27,6±6,0	-25,4±3,5	0,065
	p	0,037	0,027	
Апикальный уровень свободной стенки ПЖ, %	Визит 1	-22,1±6,0	-23,8±4,8	0,984
	Визит 2	-24,3±5,6	-26,8±6,0	0,311
	p	0,056	0,093	

Примечание: M±SD — среднее ± среднеквадратичное отклонение, p — значимость различий между данными пациентов одной и той же группы в динамике, p\* — значимость различий между параметрами групп пациентов с Ож и без, n — число пациентов, Ож — ожирение, ПЖ — правый желудочек, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, RV LS — right ventricular longitudinal strain (продольная деформация эндокарда ПЖ), RV FWS — right ventricle free wall strain (продольная деформация эндокарда свободной стенки ПЖ).

Отмечена положительная динамика параметров эндокардиальной деформации ПЖ в группе без Ож, в группе с Ож — тенденция к улучшению деформации свободной стенки ПЖ за счет сегментов среднего и апикального уровня (таблица 5). Средние величины RV LS и RV FWS между группами не различались, при этом RV FWS находились в пределах референсных значений, что наряду с положительной в целом динамикой структурных параметров ПЖ позволяет говорить о его функциональном восстановлении в обеих группах.

## Обсуждение

Доказано, что Ож может повышать риск развития сердечной недостаточности, и связано оно с изменением геометрии камер сердца без каких-либо клинических проявлений заболевания, что затрудняет диагностику сердечной недостаточности. Известно, что при Ож развивается гиперволемиа и гипердинамический тип кровообращения. На начальных этапах это может привести к дилатации ЛП [12, 20], и наши данные подтверждают это — в конце наблюдения в группе с Ож была выявлена тенденция к большему индексу максимального объема ЛП. На данных биобанка Великобритании было показано, что Ож связано с большей ММ ЛЖ, худшей систолической функцией ЛЖ, большими объемами и худшей функцией ЛП, а более высокий ИМТ связан с более высоким конечно-диастолическим объемом ЛЖ [8]. Применительно к нашим пациентам эти утверждения оказались верными только для аб-

солютных значений измерений ЭхоКГ, для значений продольной деформации ЛЖ и ФВ ЛЖ (для последней только на 2 визите). После индексации к антропометрическим показателям была зарегистрирована лишь тенденция к большему в группе с Ож индексу максимального объема ЛП, индексы остальных перечисленных параметров не различались. Возможно, из всех индексруемых показателей именно индекс максимального объема ЛП является самым чувствительным маркером Ож.

У больных с Ож создаются предпосылки для развития нарушений диастолической функции ЛЖ: избыток висцерального жира выделяет специфические цитокины, инициирующие процесс фиброза и способствующие формированию ригидности миокарда ЛЖ. Это, в свою очередь, ведет к повышению давления наполнения ЛП с последующим развитием его структурно-функциональных изменений [21]. С помощью ЭхоКГ ранее было показано ухудшение диастолической функции и параметров деформации миокарда при Ож [22]. Результаты говорят о том, что эти выводы правомочны для лиц без ССЗ, а также указывают на то, что функциональные изменения миокарда развиваются раньше, чем структурные.

Доказано, что дальнейшее прогрессирование постнагрузки ЛП ведет к повышению конечно-диастолического давления в ЛЖ и развитию патологического ремоделирования ЛЖ [12, 20]. В настоящем исследовании была обнаружена лишь тенденция к более частому выявлению патологических

типов ремоделирования ЛЖ в группе с Ож. Возможно, различия по этому показателю не достигли статистической значимости из-за небольшого стажа и/или тяжести Ож у пациентов.

Полученные данные о нормализации функции ПЖ согласуются с положительной динамикой данных КТ легких наших пациентов, однако в группе с Ож динамика эта была менее выражена — вероятно, в связи с действием факторов, способствующих развитию ремоделирования ПЖ у больных с Ож [23]. О полном восстановлении гемодинамики малого круга кровообращения наряду с неоднозначностью динамики размеров правого предсердия не позволяет говорить и укорочение ВУ ВТПЖ в группе без Ож. Следует отметить значимость этого параметра: кроме того, что его укорочение отражает повышение легочно-сосудистого сопротивления, по данным одного из более ранних исследований, укорочение ВУ ВТПЖ является одним из независимых предикторов систолической дисфункции ЛЖ в позднем восстановительном периоде после пневмонии COVID-19<sup>1</sup>. Не было выявлено положительной динамики диастолической функции ПЖ в отличие от результатов другого отечественного годичного наблюдения перенесших пневмонию COVID-19 [24], вероятно, из-за более старшего возраста наших пациентов.

Несмотря на выявленное небольшое увеличение ФВ ЛЖ, продемонстрировавшее статистическую значимость в группе без Ож, улучшения LV GLS не было зафиксировано ни в одной из групп. Следует отметить и высокую частоту обнаружения сниженной LV GLS на 2 визите: в группе с Ож снижение LV GLS сохранялось у 31,3%, в группе без Ож у 12,2% пациентов. Учитывая тот факт, что параметры LV GLS и диастолической функции ЛЖ были

хуже в группе с Ож, оно может рассматриваться как патогенетический фактор систолической и диастолической дисфункции ЛЖ после осложненного течения COVID-19.

Клиническая значимость настоящего исследования заключается в том, что, несмотря на положительную в целом динамику со стороны структурных параметров ЭхоКГ и функциональное восстановление ПЖ, было выявлено более выраженное ухудшение сердечно-сосудистого статуса у лиц, исходно не имевших ССЗ, но страдавших Ож — об этом свидетельствует более высокая у них частота впервые развившихся ССЗ, более низкие показатели систолической и диастолической функции ЛЖ. Таким образом, выдвинутая нами гипотеза подтвердилась относительно восстановительного периода пневмонии COVID-19. Что же касается госпитального периода, пациенты без ССЗ с Ож отличались только более высоким процентом поражения легочной ткани по данным КТ, но более длительной госпитализации и более агрессивной терапии они не требовали. Высокая частота впервые выявленных ССЗ, нарушений LV GLS и параметров диастолической функции ЛЖ через год после пневмонии COVID-19 в группе с Ож, а также отрицательная динамика показателей диастолической функции в группе без Ож являются основанием для продолжения кардиологического наблюдения этих пациентов.

Ограничением исследования является отсутствие данных о стаже Ож, а также о продольной деформации и диастолической функции ЛЖ до COVID-19 и в остром периоде заболевания.

## Заключение

У лиц без ССЗ в течение года наблюдения после пневмонии COVID-19 отмечена высокая частота впервые развившихся ССЗ — у 55% лиц с Ож и у 17% лиц без Ож, что сопровождалось худшими показателями систолической и диастолической функции ЛЖ больных с Ож.

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

<sup>1</sup> Ярославская Е.И., Горбатенко Е.А., Широков Н.Е. и др. Способ прогнозирования риска развития нарушения глобальной продольной деформации левого желудочка после пневмонии COVID-19 у лиц без тромбоэмболии легочной артерии, периферических тромбозов, ишемической болезни сердца и фибрилляции предсердий. Патент на изобретение № 2782299 (51) МПК А61В 8/08 (2006.01) (52) СПК А61В 8/0883 (2022.08) Заявка: 2022118644, 08.07.2022, опубл. 25.10.2022 Бюлл. № 30. <https://new.fips.ru/doc-virus/doc-2-2.php>.

## Литература/References

1. Mirzoev NT, Kutelev GG, Pugachev MI, Kireeva EB. Cardiovascular complications in patients with COVID-19. Bulletin of the Russian Military Medical Academy. 2022;24(1):199-208. (In Russ.) Мирзоев Н.Т., Кутелев Г.Г., Пугачев М.И., Киреева Е.Б. Сердечно-сосудистые осложнения у пациентов, перенесших COVID-19. Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2022;24:199-208. doi:10.17816/brmma90733.
2. Arutyunov GP, Tarlovskaya EI, Arutyunov AG, et al. Comparative analysis of echocardiographic and electrocardiographic data of survivors and deceased patients with COVID-19 (sub-analysis of the international register "Dynamics analysis of comorbidities in SARS-CoV-2 survivors"). Russian Journal of Cardiology. 2022;27(3):4855. (In Russ.) Арутюнов Г.П., Тарловская Е.И., Арутюнов А.Г. и др. Сравнительный анализ данных эхокардиографии и электрокардиографии выживших и умерших пациентов с COVID-19 (субанализ международного регистра "Анализ динамики Коморбидных заболеваний у пациентов, перенесших инфицирование SARS-CoV-2"). Российский кардиологический журнал. 2022;27(3):4855. doi:10.15829/1560-4071-2022-4855.
3. Idrisova GB, Galikeeva ASH, Sharafutdinov MA, et al. Peculiarities of manifestations of chronic diseases after a COVID-19 coronavirus

- infection. Ural medical journal. 2022;21(3):15-20. (In Russ.) Идрисова Г. Б., Галикеева А. Ш., Шарафутдинов М. А. и др. Особенности проявлений хронических заболеваний после перенесенной коронавирусной инфекции COVID-19. Уральский медицинский журнал. 2022;21(3):15-20. doi:10.52420/2071-5943-2022-21-3-15-20.
4. Yaroslavskaya EI, Krinochkin DV, Shirokov NE, et al. Comparison of clinical and echocardiographic parameters of patients with COVID-19 pneumonia three months and one year after discharge. *Kardiologija*. 2022;62(1):13-23. (In Russ.) Ярославская Е. И., Криночкин Д. В., Широков Н. Е. 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.
  5. Chistyakova MV, Zaitsev DN, Govorin AV, et al. Post-COVID-19 syndrome: morpho-functional abnormalities of the heart and arrhythmias. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(7):4485. (In Russ.) Чистякова М. В., Зайцев Д. Н., Говорин А. В. и др. "Постковидный" синдром: морфо-функциональные изменения и нарушения ритма сердца. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(7):4485. doi:10.15829/1560-4071-2021-4485.
  6. Vakhnenko YV, Dorovskikh IE, Domke AP. Cardiovascular component of post-COVID-19-syndrome. *Pacific Medical Journal*. 2022;1:56-64. (In Russ.) Вахненко Ю. В., Доровских И. Е., Домке А. П. Кардиоваскулярная составляющая постковидного синдрома. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2022;(1):56-64. doi:10.34215/1609-1175-2022-1-56-64.
  7. Ayres JS. A metabolic handbook for the COVID-19 pandemic. *Nat Metab*. 2020;2(7):572-85. doi:10.1038/s42255-020-0237-2.
  8. Szabo L, McCracken C, Cooper J, et al. The role of obesity-related cardiovascular remodelling in mediating incident cardiovascular outcomes: a population-based observational study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2023;24(7):921-9. doi:10.1093/ehjci/jeac270.
  9. Powell-Wiley TM, Poirier P, Burke LE, et al. Obesity and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2021;143:e984-1010. doi:10.1161/CIR.0000000000000973.
  10. 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. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(3):233-70. doi:10.1093/ehjci/jev014. Erratum in: *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(4):412. doi:10.1093/ehjci/jew041.
  11. Ageev FT, Yarovaia EB, Ovchinnikov AG. Possibility of using European (HFA-PEFF) and American (H2FPEF) algorithms for diagnosing heart failure with preserved ejection fraction in Russian clinical practice. *Kardiologija*. 2022;62(12):4-10. (In Russ.) Агеев Ф. Т., Яровая Е. Б., Овчинников А. Г. К вопросу о возможности использования европейского (HFA-PEFF) и американского (H2FPEF) алгоритмов диагностики сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса левого желудочка в условиях реальной российской клинической практики. *Кардиология*. 2022;62(12):4-10. doi:10.18087/cardio.2022.12.n2280.
  12. Lewis A, Rayner JJ, Abdesselam I, et al. Obesity in the absence of comorbidities is not related to clinically meaningful left ventricular hypertrophy. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2021;37(7):2277-81. doi:10.1007/s10554-021-02207-1.
  13. Li Y, Li H, Zhu S, et al. Prognostic value of right ventricular longitudinal strain in patients with COVID-19. *Cardiovasc Imaging*. 2020;13(11):2287-99. doi:10.1016/j.jcmg.2020.04.014.
  14. Marwick TH, Gillebert TC, Aurigemma G, et al. Recommendations on the use of echocardiography in adult hypertension: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the American Society of Echocardiography (ASE). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(6):577-605. doi:10.1093/ehjci/jev076.
  15. Dzhioeva ON, Maksimova OA, Rogozhkina EA, et al. Aspects of transthoracic echocardiography protocol in obese patients. *Russian Journal of Cardiology* 2022;27(12):5243. (In Russ.) Джиоева О. Н., Максимова О. А., Рогожкина Е. А. и др. Особенности протокола трансторакального эхокардиографического исследования у пациентов с ожирением. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(12):5243. doi:10.15829/1560-4071-2022-5243.
  16. De Simone G, Devereux RB, Roman MJ, et al. Relation of obesity and gender to left ventricular hypertrophy in normotensive and hypertensive adults. *Hypertension*. 1994;23(5):600-6. doi:10.1161/01.hyp.23.5.600.
  17. Alcidi GM, Esposito R, Evola V, et al. Normal reference values of multilayer longitudinal strain according to age decades in a healthy population: A single-centre experience. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(12):1390-6. doi:10.1093/ehjci/jex306.
  18. Medvedofsky D, Koifman E, Jarrett H, et al. Association of right ventricular longitudinal strain with mortality in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement. *J Am Soc Echocard*. 2020;33(4):452-60. doi:10.1016/j.echo.2019.11.014.
  19. Bieber S, Kraechan A, Hellmuth JC, et al. Left and right ventricular dysfunction in patients with COVID-19-associated myocardial injury. *Infection*. 2021;49(3):491-500. doi:10.1007/s15010-020-01572-8.
  20. Chirinos JA, Rietzschel ER, De Buyzere ML, et al. Arterial load and ventricular-arterial coupling: physiologic relations with body size and effect of obesity. *Hypertension*. 2009;54(3):558-66. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.131870.
  21. Nikiforov VS, Nikishchenkova Iu V. Modern possibilities of speckle tracking echocardiography in clinical practice. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2017;13(2):248-55. (In Russ.) Никифоров В. С., Никищенко Ю. В. Современные возможности speckle tracking эхокардиографии в клинической практике. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2017;13(2):248-55. doi:10.20996/1819-6446-2017-13-2-248-255.
  22. Von Jeinsen B, Vasan RS, McManus DD, et al. Joint influences of obesity, diabetes, and hypertension on indices of ventricular remodeling: findings from the community-based Framingham Heart Study. *PLoS One*. 2020;15(12):e0243199. doi:10.1371/journal.pone.0243199.
  23. Reddy YNV, Carter RE, Obokata M, et al. A simple, evidence-based approach to help guide diagnosis of heart failure with preserved ejection fraction. *Circulation*. 2018;138(9):861-70. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.118.034646.
  24. Chistiakova MV, Govorin AV, Mudrov VA, et al. Changes in cardiac hemodynamic parameters in patients after COVID-19. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(6):5300. (In Russ.) Чистякова М. В., Говорин А. В., Мудров В. А. и др. Изменения кардиогемодинамических показателей в динамике у больных после перенесенной новой коронавирусной инфекции (COVID-19). *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(6):5300. doi:10.15829/1560-4071-2023-5300.