

# Особенности эхокардиографических изменений у пациентов с высоким кардиоваскулярным риском и углеводными нарушениями после поражения легких при COVID-19

И.Н. Редькина<sup>1,2</sup>, Л.А. Суплотова<sup>1✉</sup>, suplovala@mail.ru, М.И. Бессонова<sup>2</sup>, Е.И. Ярославская<sup>2</sup>, К.С. Авдеева<sup>2</sup>, Т.И. Петелина<sup>2</sup>, Е.П. Гультьева<sup>2</sup>, Д.А. Романенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Тюменский государственный медицинский университет; 625023, Россия, Тюмень, ул. Одесская, д. 54

<sup>2</sup> Тюменский кардиологический научный центр – филиал Томского национального исследовательского медицинского центра; 625026, Россия, Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111

## Резюме

**Введение.** Вирус SARS-CoV-2 оказывает выраженное негативное влияние на кардиомиоциты как при остром заболевании, так и в постковидном периоде. Пациенты с высоким кардиоваскулярным риском и углеводными нарушениями, такими как преддиабет или сахарный диабет 2-го типа, особенно подвержены осложнениям после острого COVID-19. Ограниченность научных данных о последствиях SARS-CoV-2 у пациентов высокого кардиоваскулярного риска с углеводными нарушениями обуславливает актуальность настоящего исследования.

**Цель.** Изучить особенности изменений миокарда по данным ЭхоКГ и ЭКГ у пациентов высокого кардиоваскулярного риска с нарушениями углеводного обмена в постковидном периоде.

**Материалы и методы.** В исследование включены 206 пациентов с высоким кардиоваскулярным риском, перенесшие поражение легких при COVID-19 в 2020–2021 гг. и наблюдавшиеся на базе ТКНЦ, из них 62 пациента имели нарушения углеводного обмена (НУО). У всех пациентов проведен подробный сбор анамнеза, оценены антропометрические данные, артериальное давление, частота сердечных сокращений, выполнено инструментальное обследование: ЭКГ и ЭхоКГ.

**Результаты.** Пациенты с высоким кардиоваскулярным риском и НУО на исходной точке и через 12 мес. наблюдения имели большие значения передне-заднего размера левого предсердия (ЛП), конечно-диастолического объема (КДО) ЛП и конечно-систолического объема (КСО) ЛП. При динамическом наблюдении пациентов с НУО через 3 и 12 мес. после перенесенного поражения легких при COVID-19 значительно увеличились абсолютные и индексированные значения КСО ЛП и КДО ЛП. Уровень гликированного гемоглобина через 12 мес. после COVID-19 имел заметную корреляционную связь с индексом КДО ЛП, индексом КСО ЛП и индексом массы миокарда левого желудочка (ЛЖ). Показатели ЭКГ в конечной точке не отличались.

**Заключение.** У пациентов с НУО, перенесших поражение легких при COVID-19, наиболее значимые связи показали индексированные систолический и диастолический объемы ЛП, а также индекс массы миокарда ЛЖ.

**Ключевые слова:** постковидные изменения, высокий кардиоваскулярный риск, левое предсердие, нарушения углеводного обмена

**Для цитирования:** Редькина ИН, Суплотова ЛА, Бессонова МИ, Ярославская ЕИ, Авдеева КС, Петелина ТИ, Гультьева ЕП, Романенко ДА. Особенности эхокардиографических изменений у пациентов с высоким кардиоваскулярным риском и углеводными нарушениями после поражения легких при COVID-19. *Медицинский совет.* 2025;19(6):222–228. <https://doi.org/10.21518/ms2025-033>.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Changes in echocardiography in patients with high cardiovascular risk and hyperglycemia in the post-COVID period

Irina N. Redkina<sup>1,2</sup>, Lyudmila A. Suplotova<sup>1✉</sup>, suplovala@mail.ru, Marina I. Bessonova<sup>2</sup>, Elena I. Yaroslavskaya<sup>2</sup>, Ksenia S. Avdeeva<sup>2</sup>, Tatyana I. Petelina<sup>2</sup>, Elena P. Gultyayeva<sup>2</sup>, Dmitriy A. Romanenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tyumen State Medical University; 54, Odesskaya St., Tyumen, 625023, Russia

<sup>2</sup> Tyumen Cardiology Research Center – Branch of the Tomsk National Research Medical Center; 111, Melnikaite St., Tyumen, 625026, Russia

## Abstract

**Introduction.** The SARS-CoV-2 virus damages cardiomyocytes both in acute disease and in the post-COVID period. Patients with high cardiovascular risk and hyperglycemia often have complications after COVID-19. The study of the consequences of SARS-CoV-2 in patients with high cardiovascular risk and hyperglycemia is important today.

**Aim.** To study myocardial changes according to echocardiography and electrocardiography data in patients with high cardiovascular risk with hyperglycemia in the post-COVID period.

**Materials and methods.** The study included 206 patients with high cardiovascular risk who had COVID-19 pneumonia in 2020–2021 and were observed at the Tyumen Cardiology Research Center. Of which 62 patients with hyperglycemia – pre-diabetes and diabetes mellitus. All patients had anamnesis, anthropometric data, blood pressure, heart rate were measured, ECG and EchoCG were performed.

**Results.** Patients with high cardiovascular risk and hyperglycemia had higher values of left atrial (LA) size, end-diastolic volume and end-systolic volume of the LA after 3 and 12 months of observation. After 3 and 12 months of post-COVID dynamic observation, the LA volume index increased in patients with hyperglycemia. The level of Hb1AC in 12 months after COVID-19 had a noticeable correlation with the LA systolic and diastolic volume indices and left ventricle (LV) myocardial mass index. ECG parameters did not have difference between groups after 12 months of observation.

**Conclusion.** In patients with hyperglycemia, after COVID-19, the most significant were the LA systolic and diastolic volumes indices, as well as the LV myocardial mass index.

**Keywords:** post-COVID changes, high cardiovascular risk, left atrium, hyperglycemia

**For citation:** Redkina IN, Suplotova LA, Bessonova MI, Yaroslavskaya EI, Avdeeva KS, Petelina TI, Gultyayeva EP, Romanenko DA. Changes in echocardiography in patients with high cardiovascular risk and hyperglycemia in the post-COVID period. *Meditinskiy Sovet*. 2025;19(6):222–228. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2025-033>.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время убедительно доказано негативное влияние вируса на кардиомиоциты при остром COVID-19 [1]. Это повреждение реализуется через множество механизмов, в том числе вирусный эндотелиит, протромботические и гуморальные изменения, а также за счет системного воспалительного ответа [1–3]. Достаточно часто приводит к развитию аритмий, стрессовой кардиомиопатии, миокардиту, микро- и макроэмболии, у части пациентов – к инфаркту миокарда. Кроме острого поражения миокарда, все большее значение приобретает отсроченное влияние вируса на кардиомиоциты [2, 4]. Как минимум треть пациентов отмечают у себя развитие и/или сохранение симптомов через 3 и более месяцев после острого COVID-19, включающих в себя выраженную утомляемость, одышку и боли в груди [2, 5]. Среди пациентов с сердечно-сосудистой патологией и высоким кардиоваскулярным риском лица с углеводными нарушениями, такими как предиабет или сахарный диабет (СД) 2-го типа, особенно уязвимы к неблагоприятным исходам COVID-19, включающим миокардит, сердечную недостаточность и нарушения сердечного ритма [1, 4, 5]. Учитывая ограниченность научных данных о долгосрочных последствиях COVID-19, изучение функции миокарда у пациентов с высоким кардиоваскулярным риском и углеводными нарушениями является актуальной задачей современного здравоохранения.

**Цель исследования** – изучить особенности изменений миокарда по данным эхокардиографии (ЭхоКГ) и электрокардиографии (ЭКГ) у пациентов высокого кардиоваскулярного риска с нарушениями углеводного обмена (НУО) в постковидном периоде.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для реализации цели нашего исследования выполнен анализ базы данных пациентов Тюменского кардиологического научного центра (ТКНЦ) (n = 350), перенесших

поражение легких при COVID-19 в 2020–2021 гг. и наблюдавшихся на базе ТКНЦ в период с 10 апреля 2020 г. по 11 июля 2022 г. В базу данных были включены пациенты, имевшие документированный диагноз «COVID-19-ассоциированная пневмония» и желающие участвовать в наблюдении. Критериями исключения стали: неудовлетворительная визуализация по ЭхоКГ, беременность, онкологические заболевания, отказ от участия. После определения кардиоваскулярного риска у всех наблюдавшихся пациентов в дальнейший анализ были включены участники, имеющие высокий и очень высокий риск сердечно-сосудистых заболеваний согласно шкале SCORE. Общее число пациентов составило 206 человек, из них 62 пациента имели углеводные нарушения (СД – 43, нарушенный тест толерантности к глюкозе – 8, нарушенная гликемия натощак – 11). Средний возраст участников составил  $58 \pm 2,52$  года. У всех пациентов проведен подробный сбор анамнеза, определены антропометрические данные, артериальное давление (АД): систолическое (САД), диастолическое (ДАД), измерена частота сердечных сокращений (ЧСС) в минуту, выполнено инструментальное обследование: ЭКГ и ЭхоКГ.

Запись ЭКГ проведена на электрокардиографе с системой вакуумной аппликации Custo-cardio 200 в 12 основных отведениях (отведения стандартные: I, II, III; усиленные от конечностей: avR, avL, avF; грудные: V1–6), на скорости 50/мм, амплитуде 10 мВ, 15-секундная запись. Фильтры 50 Гц, дрейф изолинии. ЭхоКГ выполнялась с использованием ультразвуковой диагностической системы экспертного класса Vivid S70, матричного датчика M5Sc-D (1,5–4,6 МГц) с сохранением и обработкой данных в формате DICOM. Данные ЭхоКГ проанализированы на рабочей станции IntelliSpace Cardiovascular с программой TomTec (Philips, США). Использовались общепринятые стандарты проведения ЭхоКГ. Линейные размеры полостей и объемы камер сердца оценивали в соответствии с действующими рекомендациями с учетом индексации к площади поверхности тела (ППТ). Масса миокарда (ММ)

левого желудочка (ЛЖ) рассчитывалась по формуле ASE (американского эхокардиографического общества) с поправкой Ренн. Фракция выброса (ФВ) ЛЖ рассчитывалась по формуле:  $ФВ = (КДО - КСО)/КДО$ .

Первичное обследование участников было выполнено через 3 мес. после COVID-19, что явилось стартовой точкой наблюдения, контрольный осмотр производился через 12 мес. после перенесенного COVID-19. В зависимости от наличия НУО пациенты высокого кардиоваскулярного риска были разделены на группы: 144 человека без НУО и 62 с НУО.

Исследование соответствовало стандартам надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и положениям Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Одобрено локальным этическим комитетом, протокол №159 от 23.07.2020 г., зарегистрировано в международном реестре клинических исследований ClinicalTrials.gov (No. NCT04501822).

Статистический анализ проводился с помощью пакета прикладных программ IBM SPSS, Statistics 21 (IBM Corp., США). В зависимости от распределения при сравнении показателей в двух независимых группах использовали t-критерий Стьюдента или U-критерий Манна – Уитни. При нормальном распределении данные представляли как среднее (М) и стандартное отклонение (SD). При распределении, отличном от нормального, данные представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха [25%; 75%]. Парным критерием Стьюдента или критерием Уилкоксона рассчитывали динамику между связанными группами. Использовались методы корреляционного анализа Спирмена и Пирсона (в зависимости от типа распределения данных).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Группы пациентов были сопоставимы по полу (мужчины составили 46,2% (n = 77); 36,5% (n = 31) соответственно (p = 0,648)), возрасту ( $57,78 \pm 8,7$  года;  $58,35 \pm 7,58$  года соответственно (p = 0,59)), весу (медиана веса 87,0 [75,0–97,0] кг; 90,0 [81,5–100,5] кг соответственно (p = 0,063) и курению (курящие – 40,9% (n = 59); 41,9% (n = 26) соответственно (p = 0,711)), а также сопутствующей сердечно-сосудистой патологии. Пациенты с НУО имели достоверно более высокие показатели индекса массы тела (ИМТ) (медиана ИМТ 29,84 [26,56–33,62]; 32,38 [29,1–36,2] соответственно (p = 0,001)), частоты сердечных сокращений (ЧСС) (среднее значение ЧСС –  $73,2 \pm 10,12$ ;  $76,97 \pm 11,24$  соответственно (p = 0,019), а также в данной группе чаще регистрировался отягощенный наследственный анамнез по СД (p = 0,000). Подробная характеристика пациентов, включенных в исследование, представлена в *табл. 1*.

Несмотря на исходные различия по ИМТ, у пациентов с НУО и без в течение наблюдения ППТ не отличалась, но у пациентов с НУО в динамике ППТ выросла, что обусловлено выросшей в динамике ИМТ у этих пациентов. Пациенты с высоким кардиоваскулярным риском и НУО на исходной точке наблюдения имели большие

параметры левого предсердия (ЛП) – его передне-задний размер, конечно-диастолический объем (КДО) и конечно-систолический объем (КСО) ЛП, причем эти же различия прослеживались и через 12 мес. после поражения легких при COVID-19. Это же можно сказать о толщине межжелудочковой перегородки (МЖП) и задней стенки (ЗС) ЛЖ. При этом ММ ЛЖ исходно между группами не различалась, но стала больше в абсолютных значениях через 12 мес. после поражения легких при COVID-19. Индекс ММ ЛЖ в течение наблюдения был выше в группе пациентов с НУО. ФВ ЛЖ у всех пациентов исследования находилась в пределах нормы и статистически значимо в исследуемых группах не отличалась.

Если говорить о динамическом наблюдении пациентов с НУО через 3 и 12 мес. после перенесенного поражения легких при COVID-19, в этой группе, помимо ППТ, значительно увеличились КСО ЛП и КДО ЛП как в абсолютных значениях, так и индексированные к ППТ (*табл. 2*).

Показатели ЭКГ у пациентов с НУО отличались от показателей пациентов с нормогликемией на старте исследования более низким интервалом R-R, высокими значениями P, QTc и PR. Через 12 мес. после COVID-19-ассоциированной пневмонии у больных с НУО сохранялась тенденция к более высоким параметрам P и PR в сравнении с пациентами без углеводных нарушений. Результаты представлены в *табл. 3*.

В ходе статистического анализа инструментально-го обследования выявлена прямая взаимосвязь глюкозы плазмы натощак исходно с индексом ЛП ( $r_x = 0,288$ ,  $p < 0,01$ ), индексом КДО ЛП ( $r_x = 0,266$ ,  $p < 0,01$ ), индексом КСО ЛП ( $r_x = 0,216$ ,  $p < 0,01$ ) и индексом ММ ЛЖ ( $r_x = 0,246$ ;  $p < 0,01$ ) через 12 мес. после COVID-19. На контрольном

● **Таблица 1.** Клинико-anamnestическая характеристика пациентов при включении в динамическое наблюдение  
● **Table 1.** Clinical and anamnesic characteristics of patients at enrolment in the case follow-up

| Показатель                 | Без нарушений углеводного обмена, n = 144 | С нарушениями углеводного обмена, n = 62 | p     |
|----------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|-------|
| Мужчины, n (%)             | 80 (55,5)                                 | 31 (50)                                  | 0,648 |
| Возраст, годы              | $57,78 \pm 8,7$                           | $58,35 \pm 7,58$                         | 0,599 |
| Вес, кг                    | 87,0 [75,0–97,0]                          | 90,0 [81,5–100,5]                        | 0,063 |
| ИМТ, кг/м <sup>2</sup>     | 29,84 [26,56–33,62]                       | 32,38 [29,1–36,2]                        | 0,001 |
| Курение, n (%)             | 60 (41,6)                                 | 26 (41,9)                                | 0,711 |
| АГ, n (%)                  | 122 (84,7)                                | 58 (93,5)                                | 0,129 |
| ИБС, n (%)                 | 37 (25,7)                                 | 22 (35,4)                                | 0,480 |
| Наследственность СД, n (%) | 15 (10,4)                                 | 21 (33,8)                                | 0,000 |
| САД, мм рт. ст.            | $135,68 \pm 16,76$                        | $136,81 \pm 16,48$                       | 0,657 |
| ДАД, мм рт. ст.            | $89,04 \pm 12,29$                         | $87,16 \pm 11,35$                        | 0,301 |
| ЧСС, уд/мин                | $73,2 \pm 10,12$                          | $76,97 \pm 11,24$                        | 0,019 |

Примечание. ИМТ – индекс массы тела; АГ – артериальная гипертензия; ИБС – ишемическая болезнь сердца; СД – сахарный диабет; САД – систолическое атмосферное давление; ДАД – диастолическое атмосферное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений.

● **Таблица 2.** Динамическое сравнение антропометрических и эхокардиографических показателей пациентов с нарушениями углеводного обмена и без на старте наблюдения и через 12 мес.

● **Table 2.** Dynamic comparison of anthropometric and echocardiographic parameters of patients with and without carbohydrate metabolism disorders at baseline and after 12 months

| Показатель                                              | Старт наблюдения |                                |               |                                | p     | Контрольный осмотр<br>через 12 мес. после COVID-19 |                                |               |                                | p     | p<br>НУО<br>Исходно/<br>12 мес. |
|---------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|-------|----------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|-------|---------------------------------|
|                                                         | без НУО, n = 144 |                                | с НУО, n = 62 |                                |       | без НУО, n = 121                                   |                                | с НУО, n = 60 |                                |       |                                 |
|                                                         | Me               | Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> | Me            | Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> |       | Me                                                 | Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> | Me            | Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> |       |                                 |
| ФВ ЛЖ, %                                                | 67               | 64–71                          | 67            | 62,8–69,3                      | 0,21  | 68                                                 | 65–70                          | 67            | 63–70                          | 0,272 | 0,49                            |
| ММ ЛЖ, г                                                | 155              | 129,8–182                      | 160           | 133–195,5                      | 0,24  | 150                                                | 130–188                        | 168           | 145–190                        | 0,06  | 0,68                            |
| Индекс ММ ЛЖ, г/м <sup>2</sup>                          | 72,6             | 61,1–84,2                      | 77,9          | 67,2–92,7                      | 0,02  | 74,8                                               | 66,5–81,8                      | 80,6          | 71,2–94,8                      | <0,01 | 0,69                            |
| ППТ, м <sup>2</sup>                                     | 2,0              | 1,815–2,1                      | 1,98          | 1,87–2,14                      | 0,77  | 2,01                                               | 1,84–2,12                      | 2,0           | 1,89–2,12                      | 0,682 | 0,01                            |
| ИМТ, кг/м <sup>2</sup>                                  | 29,06            | 25,5–33,1                      | 32,4          | 29,0–36,2                      | 0,01  | 29,32                                              | 25,7–33,3                      | 32,4          | 28,5–36,2                      | 0,01  | 0,39                            |
| Передне-задний размер ЛП, мм                            | 37               | 35–39                          | 38            | 35,8–40,3                      | 0,04  | 37                                                 | 35–39                          | 38            | 36,25–41                       | <0,01 | 0,16                            |
| Индекс передне-заднего размера<br>ЛП, мм/м <sup>2</sup> | 18,4             | 17,3–19,5                      | 18,9          | 17,7–20,3                      | 0,04  | 18,3                                               | 17,1–19,4                      | 19,1          | 17,9–20,3                      | <0,01 | 0,95                            |
| КДР ЛЖ, мм                                              | 48               | 46–50                          | 47            | 46–51                          | 0,99  | 48                                                 | 46–50                          | 48            | 46,0–50,8                      | 0,31  | 0,79                            |
| МЖП, мм                                                 | 11               | 10–12                          | 11            | 10–13                          | <0,01 | 11                                                 | 10–12                          | 11            | 10–13                          | 0,03  | 0,48                            |
| ЗСЛЖ, мм                                                | 10               | 9–10                           | 10            | 10–11                          | 0,02  | 10                                                 | 9–10                           | 10            | 10–11                          | 0,01  | 0,11                            |
| ПЖ, мм                                                  | 26               | 24–27                          | 26            | 25–28                          | 0,17  | 26                                                 | 24–27,5                        | 26            | 24,25–28                       | 0,2   | 0,84                            |
| КДО ЛЖ, мл                                              | 85               | 70–105,8                       | 90            | 72–108                         | 0,29  | 88                                                 | 72–106,5                       | 87            | 77,3–106,5                     | 0,64  | 0,69                            |
| Индекс КДО ЛЖ, мл/м <sup>2</sup>                        | 43,7             | 37,7–53                        | 44,3          | 39,8–52,3                      | 0,63  | 44,01                                              | 38,6–51,4                      | 43,8          | 38,1–51,1                      | 0,76  | 0,68                            |
| КСО ЛЖ, мл                                              | 27               | 22–35                          | 29            | 22,8–36                        | 0,17  | 28                                                 | 23–34,5                        | 29            | 23–35,5                        | 0,41  | 0,68                            |
| Индекс КСО ЛЖ, мл/м <sup>2</sup>                        | 13,7             | 11,5–16,8                      | 14,3          | 12–17,8                        | 0,17  | 13,5                                               | 11,7–15,9                      | 14,4          | 11,8–17,3                      | 0,19  | 0,85                            |
| КДО ЛП, мл                                              | 48               | 38–58                          | 52            | 40,4–67                        | 0,07  | 49                                                 | 42–60                          | 54            | 46,5–67,25                     | 0,02  | 0,22                            |
| Индекс КДО ЛП, мл/м <sup>2</sup>                        | 23,4             | 20,1–27,8                      | 25,5          | 21–32,5                        | 0,01  | 23,7                                               | 20,8–28,2                      | 27,2          | 22,6–32,0                      | <0,01 | 0,34                            |
| КСО ЛП, мл                                              | 20               | 15–23                          | 23            | 16,8–28,3                      | 0,01  | 20,5                                               | 17–26                          | 24            | 20–31,5                        | <0,01 | <0,01                           |
| Индекс КСО ЛП, мл/м <sup>2</sup>                        | 8,9              | 7,1–11,1                       | 10,8          | 8,4–14,2                       | <0,01 | 9,7                                                | 7,6–12,3                       | 12,1          | 9,8–15,7                       | <0,01 | 0,01                            |
| КДО ПП, мл                                              | 30               | 24–38                          | 30,5          | 23,5–40,5                      | 0,96  | 35                                                 | 28–43                          | 37            | 30–43,5                        | 0,553 | <0,01                           |
| Индекс КДО ПП, мл/м <sup>2</sup>                        | 18,3             | 17,1–19,4                      | 19,1          | 17,9–20,3                      | 0,92  | 16,7                                               | 14,4–20,1                      | 17,7          | 14,7–20,8                      | 0,432 | <0,01                           |

Примечание. НУО – нарушения углеводного обмена; ФВ – фракция выброса; ЛЖ – левый желудочек; ММ – масса миокарда; ППТ – площадь поверхности тела; ИМТ – индекс массы тела; ЛП – левое предсердие; КДР – конечно-диастолический размер; МЖП – толщина межжелудочковой перегородки; ЗС – толщина задней стенки; ПЖ – правый желудочек; КДО – конечно-диастолический объем; КСО – конечно-систолический объем; ПП – правое предсердие.

● **Таблица 3.** Результаты электрокардиографии пациентов с нарушениями углеводного обмена и без на старте наблюдения и через 12 мес.

● **Table 3.** Electrocardiographic findings of patients with and without carbohydrate metabolism disorders at baseline and after 12 months

| Показатель | Старт наблюдения |                                |               |                                | Р     | Через 12 мес.   |                                |               |                                | р    | р<br>НУО<br>Исходно/<br>12 мес. |
|------------|------------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|-------|-----------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|------|---------------------------------|
|            | без НУО, n = 139 |                                | с НУО, n = 61 |                                |       | без НУО, n = 73 |                                | с НУО, n = 37 |                                |      |                                 |
|            | Me               | Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> | Me            | Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> |       | Me              | Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> | Me            | Q <sub>1</sub> –Q <sub>3</sub> |      |                                 |
| R_R, mc    | 937              | 845–1016                       | 869           | 764–983                        | <0,01 | 923             | 839–1043                       | 937           | 815,5–1034                     | 0,53 | 0,41                            |
| P, mc      | 110              | 105–117,3                      | 117           | 105–123                        | 0,01  | 110             | 101–121                        | 114           | 107,5–121                      | 0,07 | 0,84                            |
| PR(PQ), mc | 155              | 140–167,3                      | 160,5         | 145–177,5                      | 0,05  | 160             | 140–177                        | 168           | 148,5–175,5                    | 0,09 | 0,05                            |
| QRS, mc    | 95               | 89–102                         | 95            | 91,5–102                       | 0,63  | 95              | 90–101                         | 96            | 89–102                         | 0,91 | 0,36                            |
| QT, mc     | 396              | 380–417                        | 402           | 378–421                        | 0,81  | 403             | 382–425                        | 402           | 383–430,2                      | 0,84 | 0,41                            |
| QTc, mc    | 414,5            | 400,25–427,8                   | 426,5         | 406,5–446,5                    | <0,01 | 416             | 404,5–428,5                    | 416           | 407–431                        | 0,74 | 0,31                            |

Примечание. НУО – нарушения углеводного обмена.

осмотре через 12 мес. после перенесенного COVID-19 выявлена прямая корреляционная связь глюкозы плазмы натощак с индексом КДО ЛП ( $r_x = 0,211$ ,  $p < 0,01$ ), индексом КСО ЛП ( $r_x = 0,277$ ,  $p < 0,01$ ), индексом правого предсердия ( $r_x = 0,240$ ,  $p = 0,01$ ) и индексом ММ ЛЖ ( $r_x = 0,275$ ,  $p = 0,02$ ); кроме того, уровень гликированного гемоглобина на контрольной точке в 12 мес. имел заметную связь с индексом КДО ЛП ( $r_x = 0,349$ ,  $p < 0,01$ ), индексом КСО ЛП ( $r_x = 0,394$ ,  $p < 0,01$ ) и индексом ММ ЛЖ ( $r_x = 0,325$ ,  $p < 0,01$ ).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Механизм кардиотоксического действия хронической гипергликемии в постковидном периоде является многокомпонентным. Центральную роль в этом процессе играют конечные продукты гликирования (AGE) [6–8]. При хронической гипергликемии глюкоза спонтанно связывается с белками, липидами и нуклеиновыми кислотами, образуя AGE. Эти модифицированные молекулы обладают высокой устойчивостью к протеолизу и накапливаются в различных тканях, включая миокарды [8–10]. AGE вызывают возникновение побочных радикалов, усиливая окислительный стресс. Это приводит к повреждению клеточных мембран, белков и ДНК кардиомиоцитов. AGE активируют рецепторы RAGE (рецепторы конечных продуктов гликирования), что приводит к усилению воспалительного процесса, способствует развитию фиброза миокарда и нарушению его функции [7, 8]. Конечные продукты гликирования индуцируют апоптоз кардиомиоцитов, что приводит к уменьшению их количества и снижению сократительной способности миокарда. AGE способствуют развитию атеросклероза, снижают эластичность сосудистой стенки и нарушают микроциркуляцию [8–10]. Сочетание хронической гипергликемии и вируса SARS-CoV-2 увеличивает зону деструкции в миокарде. AGE снижают иммунный ответ, делая клетки более восприимчивыми к вирусу [8, 11–13]. Хроническая гипергликемия усиливает воспалительный процесс при COVID-19 и сама по себе оказывает прямое повреждающее действие на кардиомиоциты, а активация полиольного пути превращения глюкозы способствует накоплению сорбитола и фруктозы, которые нарушают внутриклеточное осмотическое состояние и снижают функциональную активность кардиомиоцитов [8, 9, 11]. Гипергликемия и COVID-19 приводят к формированию тромбов, вазоконстрикции, ухудшают микроциркуляцию в миокарде, что в итоге вызывает ишемию миокарда [9, 14–17].

В нашем исследовании параметры ЛП продемонстрировали высокую значимость. Причины нарушения функции ЛП после COVID-19 остаются неясными. Прямое вирусное воздействие, «цитокиновый шторм», повышенное тромбообразование, дисбаланс в поступлении кислорода в клетки, а также воспаление эндотелия – возможные механизмы повреждения ЛП при SARS-CoV-2 и хронической гипергликемии [6, 7]. Ведущая роль в патогенезе постковидных нарушений отводится эндотелиальной дисфункции, она может существенно влиять на процесс ремоделирования ЛП и, независимо от работы

желудочков, нарушать функцию ЛП. В свою очередь, хроническое ремоделирование ЛП на заключительных этапах может приводить к дилатации ЛП и прогрессирующую ХСН [6, 7, 12, 18].

Ряд авторов отметили изменение размеров и функциональных характеристик ЛП после COVID-19 [18–22]. H.A. Barman et al. обнаружили увеличение размеров ЛП у пациентов с тяжелой формой COVID-19 [23]. R.M. Hamdy et al. показали, что у пациентов в постковидном периоде наблюдается значительное увеличение диаметров ЛП и индекса объема ЛП по сравнению с контрольной группой, что в комплексе с другими параметрами может быть ассоциировано со снижением функциональных показателей физической выносливости и продолжающейся одышкой после COVID-19 [24]. Схожие результаты продемонстрировали E. Ergül et al. [25]. В исследовании было показано, что у пациентов, выздоровевших после COVID-19, увеличился максимальный объем ЛП, объемы ЛП в фазах систолы и диастолы. Кроме того, при динамическом наблюдении пациентов после COVID-19 функция ЛП продолжала ухудшаться [24–26].

Хроническая гипергликемия и COVID-19 могут вызывать различные изменения на ЭКГ, включая изменения интервалов P и PR. Удлинение интервала P может наблюдаться у пациентов с постковидным синдромом (ПКС), что может быть ассоциировано с миокардитом или перикардитом [6, 27]. Неспецифические изменения формы зубца P, такие как заострение или расщепление, также встречаются у пациентов с ПКС и гипергликемией. Удлинение интервала PR в постковидном периоде связано с формированием атриовентрикулярной блокады [28]. Кроме того, у пациентов с ПКС и гипергликемией регистрируются удлинение интервала QT, аритмия, блокада ножек пучка Гиса, а также преждевременные желудочковые комплексы [6, 27, 28]. Кардиальные осложнения COVID-19 в ряде случаев проявляются инверсией зубца T и неспецифическими нарушениями сегмента ST [27–29]. У некоторых пациентов развиваются *de novo* фрагментированные комплексы QRS [6, 30–33]. Однако у пациентов в нашем исследовании значимых различий по показателям ЭКГ в конечной точке выявлено не было.

Для дальнейшего изучения значимости КДО ЛП у пациентов с НЮ и высоким кардиоваскулярным риском после COVID-19 целесообразно дополнительно оценивать параметры диастолической дисфункции при динамическом наблюдении.

## ВЫВОДЫ

У пациентов с углеводными нарушениями, перенесших поражение легких при COVID-19, наиболее значимые связи с уровнем гликированного гемоглобина на контрольной точке в 12 мес. показали индексированные систолический и диастолический объемы ЛП, а также индекс массы миокарда ЛЖ.



Поступила / Received 11.11.2024  
Поступила после рецензирования / Revised 07.02.2025  
Принята в печать / Accepted 12.02.2025



## Список литературы / References

- Yamaoka-Tojo M. Vascular Endothelial Glycocalyx Damage in COVID-19. *Int J Mol Sci*. 2020;21(24):9712. <https://doi.org/10.3390/ijms21249712>.
- Kersten J, Schellenberg J, Jerg A, Kirsten J, Persch H, Liu Y, Steinacker JM. Strain Echocardiography in Acute COVID-19 and Post-COVID Syndrome: More than Just a Snapshot. *Biomedicines*. 2023;11(4):1236. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11041236>.
- Bizjak DA, John L, Matits L, Uhl A, Schulz SVW, Schellenberg J et al. SARS-CoV-2 Altered Hemorheological and Hematological Parameters during One-Month Observation Period in Critically Ill COVID-19 Patients. *Int J Mol Sci*. 2022;23(23):15332. <https://doi.org/10.3390/ijms232315332>.
- Vollenberg R, Tepasse PR, Ochs K, Floer M, Strauss M, Rennebaum F et al. Indications of Persistent Glycocalyx Damage in Convalescent COVID-19 Patients: A Prospective Multicenter Study and Hypothesis. *Viruses*. 2021;13(11):2324. <https://doi.org/10.3390/v13112324>.
- Gaibazzi N, Bergamaschi L, Pizzi C, Tuttolomondo D. Resting global longitudinal strain and stress echocardiography to detect coronary artery disease burden. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2023;24(5):e86–e88. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jead046>.
- Altersberger M, Goliasch G, Khafaga M, Schneider M, Cho BA Y, Winkler R et al. Echocardiography and Lung Ultrasound in Long COVID and Post-COVID Syndrome, a Review Document of the Austrian Society of Pneumology and the Austrian Society of Ultrasound in Medicine. *J Ultrasound Med*. 2023;42(2):269–277. <https://doi.org/10.1002/jum.16068>.
- Khunti K, Del Prato S, Mathieu C, Kahn SE, Gabbay RA, Buse JB. COVID-19, Hyperglycemia, and New-Onset Diabetes. *Diabetes Care*. 2021;44(12):2645–2655. <https://doi.org/10.2337/dc21-1318>.
- Singh AK, Khunti K. COVID-19 and Diabetes. *Annu Rev Med*. 2022;73:129–147. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-042220-011857>.
- Tajbakhsh A, Gheibi Hayat SM, Taghizadeh H, Akbari A, Inabadi M, Savardashtaki A et al. COVID-19 and cardiac injury: clinical manifestations, biomarkers, mechanisms, diagnosis, treatment, and follow up. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2021;19(3):345–357. <https://doi.org/10.1080/14787210.2020.1822737>.
- Weckbach LT, Curta A, Bieber S, Kraechan A, Brado J, Hellmuth JC et al. Myocardial inflammation and dysfunction in COVID-19-associated myocardial injury. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2021;14(1):e012220. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.120.011713>.
- Rovas A, Osiaevi I, Buscher K, Sackarnd J, Tepasse PR, Fobker M et al. Microvascular dysfunction in COVID-19: the MYSTIC study. *Angiogenesis*. 2021;24(1):145–157. <https://doi.org/10.1007/s10456-020-09753-7>.
- Adegate EA, Eid N, Singh J. Mechanisms of COVID-19-induced heart failure: a short review. *Heart Fail Rev*. 2021;26(2):363–369. <https://doi.org/10.1007/s10741-020-10037-x>.
- Azevedo RB, Botelho BG, Hollanda JVG, Ferreira LVL, Junqueira de Andrade LZ, Oei SSML et al. COVID-19 and the cardiovascular system: a comprehensive review. *J Hum Hypertens*. 2021;35(1):4–11. <https://doi.org/10.1038/s41371-020-0387-4>.
- Wu Y, Kang L, Guo Z, Liu J, Liu M, Liang W. Incubation Period of COVID-19 Caused by Unique SARS-CoV-2 Strains: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2022;5(8):e2228008. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.28008>.
- D'Andrea A, Cante L, Palermi S, Carbone A, Ilardi F, Sabatella F et al. COVID-19 Myocarditis: Prognostic Role of Bedside Speckle-Tracking Echocardiography and Association with Total Scar Burden. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(10):5898. <https://doi.org/10.3390/ijerph19105898>.
- Iorio A, Lombardi CM, Specchia C, Merlo M, Nuzzi V, Ferraro I et al. Combined Role of Troponin and Natriuretic Peptides Measurements in Patients With COVID-19 (from the Cardio-COVID-Italy Multicenter Study). *Am J Cardiol*. 2022;167:125–132. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2021.11.054>.
- Adeboye A, Alkhatib D, Butt A, Yedlapati N, Garg N. A Review of the Role of Imaging Modalities in the Evaluation of Viral Myocarditis with a Special Focus on COVID-19-Related Myocarditis. *Diagnostics*. 2022;12(2):549. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12020549>.
- 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. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2020.632434>.
- Singh A, Addetia K, Maffessanti F, Mor-Avi V, Lang RM. LA Strain for Categorization of LV Diastolic Dysfunction. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2017;10(7):735–743. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2016.08.014>.
- Frydas A, Morris DA, Belyavskiy E, Radhakrishnan AK, Kropp M, Tadic M et al. Left atrial strain as sensitive marker of left ventricular diastolic dysfunction in heart failure. *ESC Heart Fail*. 2020;7(4):1956–1965. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12820>.
- Cameli M, Incampo E, Mondillo S. Left atrial deformation: Useful index for early detection of cardiac damage in chronic mitral regurgitation. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2017;17:17–22. <https://doi.org/10.1016/j.ijcha.2017.08.003>.
- Carpenito M, Fanti D, Mega S, Benfari G, Bono MC, Rossi A et al. The Central Role of Left Atrium in Heart Failure. *Front Cardiovasc Med*. 2021;8:704762. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.704762>.
- Barman HA, Atici A, Tekin EA, Baycan OF, Alici G, Meric BK et al. Echocardiographic features of patients with COVID-19 infection: a cross-sectional study. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2021;37(3):825–834. <https://doi.org/10.1007/s10554-020-02051-9>.
- Hamdy RM, Abdelaziz OH, Shamseldain HE, Eltrawy HH. Functional outcomes in post COVID-19 patients with persistent dyspnea: multidisciplinary approach. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2023;39(6):1115–1122. <https://doi.org/10.1007/s10554-023-02819-9>.
- Ergül E, Özyildiz AG, Emlek N, Özyildiz A, Duman H, Çetin M. Effect of Coronavirus Disease-2019 Infection on Left Atrial Functions. *J Cardiovasc Echogr*. 2022;32(2):89–94. [https://doi.org/10.4103/jcecho.jcecho\\_83\\_21](https://doi.org/10.4103/jcecho.jcecho_83_21).
- Cau R, Bassareo P, Saba L. Cardiac Involvement in COVID-19-Assessment with Echocardiography and Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *SN Compr Clin Med*. 2020;2(7):845–851. <https://doi.org/10.1007/s42399-020-00344-7>.
- Esfandiarei M, McManus BM. Molecular biology and pathogenesis of viral myocarditis. *Annu Rev Pathol*. 2008;3:127–155. <https://doi.org/10.1146/annurev.pathmechdis.3.121806.151534>.
- Naem A, Tabassum S, Gill S, Khan MZ, Mumtaz N, Qaiser Q et al. COVID-19 and Cardiovascular Diseases: A Literature Review From Pathogenesis to Diagnosis. *Cureus*. 2023;15(3):e35658. <https://doi.org/10.7759/cureus.35658>.
- Bihan H, Heidar R, Beloeuvre A, Allard L, Ouedraogo E, Tatulashvili S et al. Epicardial adipose tissue and severe Coronavirus Disease 19. *Cardiovasc Diabetol*. 2021;20(1):147. <https://doi.org/10.1186/s12933-021-01329-z>.
- Stavileci B, Özdemir E, Özdemir B, Ereren E, Cengiz M. De-novo development of fragmented QRS during a six-month follow-up period in patients with COVID-19 disease and its cardiac effects. *J Electrocardiol*. 2022;72:44–48. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2022.02.012>.
- Kochi AN, Tagliari AP, Forleo GB, Fassini GM, Tondo C. Cardiac and arrhythmic complications in patients with COVID-19. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020;31(5):1003–1008. <https://doi.org/10.1111/jce.14479>.
- Mehraen E, Seyed Alinaghi SA, Nowroozi A, Dadras O, Alilou S, Shobeiri P et al. A systematic review of ECG findings in patients with COVID-19. *Indian Heart J*. 2020;72(6):500–507. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2020.11.007>.
- Long B, Brady WJ, Bridwell RE, Ramzy M, Montrief T, Singh M, Gottlieb M. Electrocardiographic manifestations of COVID-19. *Am J Emerg Med*. 2021;41:96–103. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.12.060>.

## Вклад авторов:

Концепция статьи – И.Н. Редькина, Л.А. Суплотова, М.И. Бессонова, Е.И. Ярославская, К.С. Авдеева, Т.И. Петелина

Концепция и дизайн исследования – И.Н. Редькина, Л.А. Суплотова, М.И. Бессонова, Е.И. Ярославская, К.С. Авдеева, Т.И. Петелина, Е.П. Гульяева, Д.А. Романенко

Написание текста – И.Н. Редькина, Л.А. Суплотова, М.И. Бессонова, Е.И. Ярославская, К.С. Авдеева, Т.И. Петелина, Е.П. Гульяева

Сбор и обработка материала – И.Н. Редькина, Л.А. Суплотова, М.И. Бессонова, Е.И. Ярославская, К.С. Авдеева, Т.И. Петелина, Е.П. Гульяева, Д.А. Романенко

Обзор литературы – И.Н. Редькина, Л.А. Суплотова, М.И. Бессонова, Е.И. Ярославская, К.С. Авдеева, Т.И. Петелина

Анализ материала – И.Н. Редькина, Л.А. Суплотова, М.И. Бессонова, Е.И. Ярославская, К.С. Авдеева, Т.И. Петелина, Е.П. Гульяева

Статистическая обработка – И.Н. Редькина, Л.А. Суплотова, М.И. Бессонова, Е.И. Ярославская, К.С. Авдеева, Т.И. Петелина

Редактирование – И.Н. Редькина, Л.А. Суплотова, М.И. Бессонова, Е.И. Ярославская, К.С. Авдеева, Т.И. Петелина, Е.П. Гульяева, Д.А. Романенко

Утверждение окончательного варианта статьи – И.Н. Редькина, Л.А. Суплотова, М.И. Бессонова, Е.И. Ярославская, К.С. Авдеева, Т.И. Петелина, Е.П. Гульяева, Д.А. Романенко

## Contribution of authors:

Concept of the article – Irina N. Redkina, Lyudmila A. Suplotova, Marina I. Bessonova, Elena I. Yaroslavskaya, Ksenia S. Avdeeva, Tatyana I. Petelina

Study concept and design – Irina N. Redkina, Lyudmila A. Suplotova, Marina I. Bessonova, Elena I. Yaroslavskaya, Ksenia S. Avdeeva,

Tatyana I. Petelina, Elena P. Gulyaeva, Dmitriy A. Romanenko

*Text development* – Irina N. Redkina, Lyudmila A. Suplotova, Marina I. Bessonova, Elena I. Yaroslavskaya, Ksenia S. Avdeeva, Tatyana I. Petelina, Elena P. Gulyaeva

*Collection and processing of material* – Irina N. Redkina, Lyudmila A. Suplotova, Marina I. Bessonova, Elena I. Yaroslavskaya, Ksenia S. Avdeeva, Tatyana I. Petelina, Elena P. Gulyaeva, Dmitriy A. Romanenko

*Literature review* – Irina N. Redkina, Lyudmila A. Suplotova, Marina I. Bessonova, Elena I. Yaroslavskaya, Ksenia S. Avdeeva, Tatyana I. Petelina  
*Material analysis* – Irina N. Redkina, Lyudmila A. Suplotova, Marina I. Bessonova, Elena I. Yaroslavskaya, Ksenia S. Avdeeva, Tatyana I. Petelina  
 Elena P. Gulyaeva

*Statistical processing* – Irina N. Redkina, Lyudmila A. Suplotova, Marina I. Bessonova, Elena I. Yaroslavskaya, Ksenia S. Avdeeva, Tatyana I. Petelina

*Editing* – Irina N. Redkina, Lyudmila A. Suplotova, Marina I. Bessonova, Elena I. Yaroslavskaya, Ksenia S. Avdeeva, Tatyana I. Petelina, Elena P. Gulyaeva, Dmitriy A. Romanenko

*Approval of the final version of the article* – Irina N. Redkina, Lyudmila A. Suplotova, Marina I. Bessonova, Elena I. Yaroslavskaya, Ksenia S. Avdeeva, Tatyana I. Petelina, Elena P. Gulyaeva, Dmitriy A. Romanenko

### Информация об авторах:

**Редькина Ирина Николаевна**, эндокринолог, аспирант кафедры терапии с курсом эндокринологии, Тюменский государственный медицинский университет; 625023, Россия, Тюмень, ул. Одесская, д. 54; врач-эндокринолог, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Томского национального исследовательского медицинского центра; 625026, Россия, Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; <https://orcid.org/0000-0003-0466-7059>; [irina.redk@mail.ru](mailto:irina.redk@mail.ru)

**Суплотова Людмила Александровна**, д.м.н., профессор, заведующая курсом эндокринологии кафедры терапии, Тюменский государственный медицинский университет; 625023, Россия, Тюмень, ул. Одесская, д. 54; <https://orcid.org/0000-0001-9253-8075>; [suplotoval@mail.ru](mailto:suplotoval@mail.ru)

**Бессонова Марина Игоревна**, к.м.н., заслуженный врач РФ, директор, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Томского национального исследовательского медицинского центра; 625026, Россия, Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; <https://orcid.org/0000-0002-2686-3715>; [priemnaya@infarkta.net](mailto:priemnaya@infarkta.net)

**Ярославская Елена Ильинична**, д.м.н., профессор, заведующая лабораторией инструментальной диагностики, учебно-методического отдела, врач ультразвуковой диагностики, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Томского национального исследовательского медицинского центра; 625026, Россия, Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; <https://orcid.org/0000-0003-1436-8853>; [yaroslavskayae@gmail.com](mailto:yaroslavskayae@gmail.com)

**Авдеева Ксения Сергеевна**, к.м.н., заведующая лабораторией реабилитации и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Томского национального исследовательского медицинского центра; 625026, Россия, Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; <https://orcid.org/0000-0002-2134-4107>; [avdeevaks@infarkta.net](mailto:avdeevaks@infarkta.net)

**Петелина Татьяна Ивановна**, д.м.н., профессор кафедры учебно-методической работы, заведующая лабораторией клинической диагностики и молекулярно-генетических исследований, заместитель директора по научной работе, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Томского национального исследовательского медицинского центра; 625026, Россия, Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; <https://orcid.org/0000-0001-6251-4179>; [petelina@infarkta.net](mailto:petelina@infarkta.net)

**Гульяева Елена Павловна**, к.м.н., врач-кардиолог, заведующая консультативным отделением, старший научный сотрудник отделения артериальной гипертензии и коронарной недостаточности, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Томского национального исследовательского медицинского центра; 625026, Россия, Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; <https://orcid.org/0000-0002-5061-9210>; [gulyaeva@infarkta.net](mailto:gulyaeva@infarkta.net)

**Романенко Дмитрий Андреевич**, ординатор по специальности «кардиология», лаборант-исследователь, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Томского национального исследовательского медицинского центра; 625026, Россия, Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; <https://orcid.org/0000-0002-1655-3705>; [dmitrijromanenko99@gmail.com](mailto:dmitrijromanenko99@gmail.com)

### Information about the authors:

**Irina N. Redkina**, Endocrinologist, Postgraduate Student of the Department of Therapy with a Course in Endocrinology, Tyumen State Medical University; 54, Odesskaya St., Tyumen, 625023, Russia; Endocrinologist of Tyumen Cardiology Research Center – Branch of the Tomsk National Research Medical Center; 111, Melnikaite St., Tyumen, 625026, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0466-7059>; [irina.redk@mail.ru](mailto:irina.redk@mail.ru)

**Lyudmila A. Suplotova**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Course in Endocrinology of the Department of Therapy, Tyumen State Medical University; 54, Odesskaya St., Tyumen, 625023, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-9253-8075>; [suplotoval@mail.ru](mailto:suplotoval@mail.ru)

**Marina I. Bessonova**, Cand. Sci. (Med.), Honored Doctor of the Russian Federation, Director, Tyumen Cardiology Research Center – Branch of the Tomsk National Research Medical Center; 111, Melnikaite St., Tyumen, 625026, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-2686-3715>; [priemnaya@infarkta.net](mailto:priemnaya@infarkta.net)

**Elena I. Yaroslavskaya**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Laboratory of Instrumental Diagnostics, Educational and Methodological Department, Ultrasound Diagnostics Physician, Tyumen Cardiology Research Center – Branch of the Tomsk National Research Medical Center; 111, Melnikaite St., Tyumen, 625026, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-1436-8853>; [yaroslavskayae@gmail.com](mailto:yaroslavskayae@gmail.com)

**Ksenia S. Avdeeva**, Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Rehabilitation and Prevention of Cardiovascular Diseases, Tyumen Cardiology Research Center – Branch of the Tomsk National Research Medical Center; 111, Melnikaite St., Tyumen, 625026, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-2134-4107>; [avdeevaks@infarkta.net](mailto:avdeevaks@infarkta.net)

**Tatyana I. Petelina**, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Educational and Methodological Work, Head of the Laboratory of Clinical Diagnostics and Molecular Genetic Research, Deputy Director for Research, Tyumen Cardiology Research Center – Branch of the Tomsk National Research Medical Center; 111, Melnikaite St., Tyumen, 625026, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6251-4179>; [petelina@infarkta.net](mailto:petelina@infarkta.net)

**Elena P. Gulyaeva**, Cand. Sci. (Med.), Cardiologist, Head of the Consultative Department, Senior Researcher of the Department of Arterial Hypertension and Coronary Insufficiency, Tyumen Cardiology Research Center – Branch of the Tomsk National Research Medical Center; 111, Melnikaite St., Tyumen, 625026, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5061-9210>; [gulyaeva@infarkta.net](mailto:gulyaeva@infarkta.net)

**Dmitriy A. Romanenko**, Resident in the Specialty "Cardiology", Research Assistant, Tyumen Cardiology Research Center – Branch of the Tomsk National Research Medical Center; 111, Melnikaite St., Tyumen, 625026, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-1655-3705>; [dmitrijromanenko99@gmail.com](mailto:dmitrijromanenko99@gmail.com)