

COVID-19

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-990>

Опыт применения фокусированного ультразвукового исследования сердца у пациентов с COVID-19 в Prone-позиции

© Белавина Н.И.^{1*}, Исхаков Р.Т.¹, Баркова Ю.В.¹, Ильина Е.С.¹, Кесарева Ю.А.¹, Леоненко Н.В.¹, Никитина Т.А.¹, Пирожкова Я.В.¹, Соколова Н.В.¹, Таймасханова П.А.¹, Шищенко Е.А.¹, Зелтынь-Абрамов Е.М.^{1,2}

¹ ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница № 52 ДЗ города Москвы”; 123182 Москва, ул. Пехотная, д.3, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Минздрава России; 117997 Москва, ул. Островитянова, д. 1, Российская Федерация

Цель исследования: изучение опыта применения фокусированного трансторакального эхокардиографического исследования в Prone-позиции (фЭхоPr) в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) у пациентов с COVID-19.

Материал и методы. В ретроспективное наблюдательное исследование включено 53 пациента (период 15.04–31.12.20). Критерии включения: подтвержденный диагноз COVID-19, наличие данных фЭхоPr, определенность исхода (выписка/смерть). Анализировались электронные истории болезни. фЭхоPr выполнялось в положении пациента на животе с валиком под левой частью грудной клетки и поднятой левой рукой (“поза пловца”). Проводилась оценка систолической функции правого желудочка (ПЖ) (измерение экскурсии фиброзного кольца трикуспидального клапана (TAPSE)), размера ПЖ, систолической функции левого желудочка (ЛЖ) (измерение интеграла линейной скорости кровотока в выходном тракте ЛЖ (VTI_{лж})), параметра ПЖ/ЛЖ, легочной гипертензии (ЛГ) (измерение пикового градиента трикуспидальной регургитации (PGTR)). В зависимости от результатов пациенты были разделены на 2 группы: информативные (+фЭхоPr) и неинформативные (–фЭхоPr) исследования.

Результаты. Не выявлено статистически значимой разницы в группах (+фЭхоPr n = 35 vs -фЭхоPr n = 18) по возрасту ($65,6 \pm 15,3$ года vs $60,2 \pm 15,8$ года, $p > 0,05$), полу (муж.: 23 (65,7%) vs 14 (77,8%), $p > 0,05$), индексу массы тела ($31,3 \pm 5,3$ кг/м² vs $29,5 \pm 5,4$ кг/м², $p > 0,05$), нахождению на искусственной вентиляции легких (ИВЛ) (24 (68,6%) vs 17 (94,4%), $p = 0,074$), показателям шкалы NEWS ($6,9 \pm 3,7$ vs $8,5 \pm 3,5$ балла), летальности (82,8% vs 94,4%, $p > 0,05$). Корреляционный анализ выявил умеренную обратную связь между нахождением на ИВЛ и информативностью исследования (r -Спирмена = $-0,30$ при $p = 0,033$). В группе +фЭхоPr корректное измерение TAPSE и ПЖ/ЛЖ проведено в 100%: снижение систолической функции ПЖ зафиксировано у 5 (14%), расширение ПЖ у 13 (37%) пациентов. Признаки ЛГ выявлены у 11 (31%), измерить PGTR не удалось у 10 (28%) человек. Систолическая дисфункция ЛЖ выявлена у 7 (20%). Не было выявлено патологии у 16 (46%) пациентов. У одного пациента диагностирован инфекционный эндокардит нативного митрального клапана, подтвердившийся при проведении аутопсии.

Заключение. В 66% случаев проведение фЭхоPr было информативным, особенно в части оценки состояния правых отделов сердца. фЭхоPr – доступный, валидный и воспроизводимый метод оценки и мониторинга состояния сердца у пациентов в ОРИТ.

Ключевые слова: COVID-19, фокусированное эхокардиографическое исследование, Prone-позиция, искусственная вентиляция легких

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Белавина Н.И., Исхаков Р.Т., Баркова Ю.В., Ильина Е.С., Кесарева Ю.А., Леоненко Н.В., Никитина Т.А., Пирожкова Я.В., Соколова Н.В., Таймасханова П.А., Шищенко Е.А., Зелтынь-Абрамов Е.М. Опыт применения фокусированного ультразвукового исследования сердца у пациентов с COVID-19 в Prone-позиции. *Медицинская визуализация*. 2021; 25 (3): 13–21. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-990>

Поступила в редакцию: 11.02.2021. **Принята к печати:** 13.09.2021. **Опубликована online:** 15.09.2021.



The application experience of focused ultrasound heart examination in patients with COVID-19 in Prone-position

© Natalya I. Belavina^{1*}, Rustam T. Iskhakov¹, Iuliia V. Barkova¹, Elena S. Ilina¹, Iuliia A. Kesareva¹, Natalya V. Leonenko¹, Tatyana A. Nikitina¹, Iana V. Pirozhkova¹, Natalia V. Sokolova¹, Patimat A. Taymaskhanova¹, Ekaterina A. Shishchenko¹, Eugene M. Zeltyn-Abramov^{1,2}

¹ City Clinical Hospital No52 of Moscow Healthcare Department; 3, Pekhotnaya str., Moscow 123182, Russian Federation

² Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of Russia; house 1, Ostriviyanova str., Moscow 117997, Russian Federation

Aim of the study. To study the experience of using focused transthoracic echocardiography in patients with COVID-19 in prone position (fEchoPr) in intensive care units (ICU).

Materials and methods. The retrospective observational study included 53 patients (period from 15 April to 31 December 2020). Inclusion criteria: confirmed diagnosis of COVID-19, availability of fEchoPr data, outcome certainty (discharge/death). We analyzed electronic medical records. The fEchoPr was performed in patients in the prone position with a bolster under the left side of the chest and left arm raised ('swimmer's position'). We assessed the systolic function of the right ventricle (RV) (tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE)), RV size, RV/LV ratio, systolic function of the left ventricle (LV) (left ventricular outflow tract velocity time integral (LVOT VTI)), and pulmonary hypertension (PH) (tricuspid regurgitation peak gradient (PGTR)). Depending on the results, the patients were divided into 2 groups: informative (+fEchoPr) and non-informative (-fEchoPr) examinations.

Results. There was no statistically significant difference in the groups (+fEchoPr n = 35 vs -fEchoPr n = 18) by age (65.6 ± 15.3 vs 60.2 ± 15.8 , $p > 0.05$), by gender (male: 23 (65.7%) vs 14 (77.8%), $p > 0.05$), by body mass index (31.3 ± 5.3 kg/m² vs 29.5 ± 5.4 kg/m², $p > 0.05$), by mechanical ventilation support (24 (68.6%) vs 17 (94.4%), $p = 0.074$), by NEWS scale indicators (6.9 ± 3.7 vs 8.5 ± 3.5 points), by mortality (82.8% vs 94.4%, $p > 0.05$). Correlation analysis revealed a moderate inverse relationship between being on mechanical ventilation and the informative value of the study (Spearman's $r = -0.30$ at $p = 0.033$). In the +fEchoPr group, the correct measurement of TAPSE and RV/LV was carried out in 100%: a decrease in RV systolic function was recorded in 5 patients (14%), expansion of the RV in 13 patients (37%). Signs of PH were detected in 11 patients (31%), PGTR could not be measured in 10 patients (28%). LV systolic dysfunction was detected in 7 patients (20%). No pathology was detected in 16 patients (46%). One patient was diagnosed with infective endocarditis of native mitral valve, which was later confirmed by autopsy.

Conclusion. In 66% of cases, fEchoPr examinations were informative, especially in terms of assessing the state of the right heart. fEchoPr examination is an affordable, valid and reproducible method to assess and monitor the state of the heart in ICU patients.

Keywords: COVID-19, focused echocardiographic examination, prone position, mechanical ventilation

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Belavina N.I., Iskhakov R.T., Barkova Iu.V., Ilina E.S., Kesareva Iu.A., Leonenko N.V., Nikitina T.A., Pirozhkova I.V., Sokolova N.V., Taymaskhanova P.A., Shishchenko E.A., Zeltyn-Abramov E.M. The application experience of focused ultrasound heart examination in patients with COVID-19 in Prone-position. *Medical Visualization*. 2021; 25 (3): 13–21. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-990>

Received: 11.02.2021.

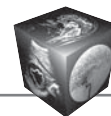
Accepted for publication: 13.09.2021.

Published online: 15.09.2021.

Введение

По состоянию на начало июля 2021 г. в мире зарегистрировано более 183 млн случаев новой коронавирусной инфекции и почти 4 млн летальных исходов [1]. Основной причиной тяжелого течения COVID-19 являются поражение легких в виде интерстициальной пневмопатии с исходом в острый респираторный дистресс синдром (ОРДС) и полиорганная недостаточность.

Накопленный мировой опыт ведения пациентов с COVID-19 свидетельствует о крайней актуальности оценки состояния реанимационных больных с помощью предметного, ориентированного на конкретные запросы клинициста ультразвукового исследования (в англоязычной литературе – point-of-care ultrasound (PoCUS)). Согласно международному консенсусу экспертов, одной из важных составляющих PoCUS у пациен-



тов с COVID-19 наряду с УЗИ легких является фокусированное трансторакальное эхокардиографическое исследование (фЭхо) [2]. Термин “фЭхо” отражает суть PoCUS и является его синонимом в отношении УЗИ сердца. По определению ASE (American Society of Echocardiography) фЭхо – это целенаправленное ультразвуковое обследование сердечно-сосудистой системы, проводимое в качестве дополнения к физикальному исследованию для распознавания ультразвуковых признаков, определяющих дальнейший выбор направления диагностического поиска в конкретных клинических условиях [3]. Помимо решения задач, непосредственно поставленных клиницистом, фЭхо широко применяется для неинвазивной оценки центральной гемодинамики (ЦГД) у пациентов с ОРДС любого, в том числе ковид-ассоциированного генеза; около трети летальных исходов COVID-19 сопровождается кардиальными осложнениями, требующими неотложной ультразвуковой диагностики [2–4].

Применение фЭхо у пациентов в Prone (Pr) позиции (фЭхоPr) до развития пандемии было ограничено, с одной стороны, устойчивым мнением о его невысокой информативности, с другой – менее широким использованием Pr-позиции как таковой. Проведение респираторной поддержки в Pr-позиции стало одной из терапевтических стратегий лечения дыхательной недостаточности при тяжелом течении COVID-19, что обусловило необходимость проведения УЗИ сердца у данного контингента пациентов [3, 5, 6].

Цель исследования

Изучение опыта применения фЭхоPr у пациентов с новой коронавирусной инфекцией в условиях отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ).

Материал и методы

В ретроспективное наблюдательное одноцентровое исследование включено 53 пациента, находившихся на лечении в ОРИТ ГКБ №52 Москвы в период с 15.04.20 по 31.12.20. Критерии включения: подтвержденный диагноз новой коронавирусной инфекции COVID-19, наличие протокола фЭхоPr, результатов компьютерной томографии органов грудной клетки (КТ ОГК), определенность исхода госпитализации (выписка или смерть).

Сбор клинично-анамнестических данных осуществлялся путем анализа электронных историй болезни. Для оценки тяжести состояния пациентов рассчитывались показатели шкалы NEWS (National Early Warning Score) в баллах [7].

фЭхо выполнялось на портативных ультразвуковых сканерах (Vivid q GE, Logic e GE, cx50 Philips) секторным фазированным датчиком с диапазоном частот 1,5–4,0 МГц в соответствии с рекомендациями Американского эхокардиографического общества (ASE) с использованием В-, М-режимов, режима импульсно-волновой (PW), постоянно-волновой (CW) доплерографии и цветового доплеровского картирования [8]. фЭхоPr проводилось в положении пациента лежа на животе с валиком под левой частью грудной клетки и поднятой левой рукой (“поза пловца”) из модифицированного апикального доступа с оптимизацией визуализации 4- и 5-камерных позиций. В случае проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ) голова пациента поворачивалась вправо для предотвращения дислокации эндотрахеальной трубки. Протокол фЭхоPr включал в себя оценку систолической функции правого желудочка (ПЖ) (измерение экскурсии фиброзного кольца трикуспидального клапана (TAPSE)), размера ПЖ (конечно-диастолический базальный диаметр ПЖ, отношение конечно-диастолических базальных диаметров ПЖ/левого желудочка (ЛЖ)). Оценка легочной гипертензии (ЛГ) осуществлялась методом CW-доплерографии путем измерения пиковой скорости струи трикуспидальной регургитации ($VTR_{\text{макс}}$): используя модифицированное уравнение Бернулли рассчитывался максимальный систолический градиент давления между ПЖ и правым предсердием (ПП): $PGTR_{\text{макс}} = 4 \times VTR_{\text{макс}}^2$ [9]. Оценка систолической функции ЛЖ проводилась измерением интеграла линейной скорости кровотока в выходном тракте ЛЖ (VTI). Дополнительно оценивались локальная сократимость в сегментах ЛЖ, доступных визуализации, структурно-функциональное состояние клапанного аппарата сердца и наличие жидкости в полости перикарда. Исследования проводились сертифицированными врачами ультразвуковой диагностики, имеющими опыт работы в ургентной эхокардиографии. Учитывая специфику проведения исследования у реанимационных пациентов в Prone-позиции, врачи работали парами (основной исполнитель и ассистент), стаж работы основных исполнителей варьировал от 12 до 24 лет. В зависимости от полученных результатов пациенты были разделены на 2 группы: информативные (+фЭхоPr) и неинформативные УЗИ (-фЭхоPr).

Методы статистического анализа данных

Статистический анализ осуществлялся с использованием программного обеспечения Statistica 13.3, TIBCO Software Inc, USA. Характер распределения вариационного ряда оценивался



по критерию Колмогорова–Смирнова. В случае приближенно нормального распределения данные представлялись в виде $M \pm SD$, где M – среднее, SD – стандартное отклонение. Для переменных с распределением, отличным от нормального, вычислялись медиана и интерквартильный размах (Me – медиана, ИКР – интерквартильный размах: 25-й процентиль – 75-й процентиль). Достоверность различий определялась при нормальном распределении параметров по t -критерию Стьюдента. При распределении, отличном от нормального, использовался U -критерий Манна–Уитни. Для сравнения качественных показателей применялся критерий χ^2 Пирсона (при необходимости с поправкой Йетса). Различие считали достоверным при $p < 0,05$. Проводился однофакторный корреляционный анализ (коэффициент корреляции Спирмена).

Результаты

Возраст пациентов когорты наблюдения составил от 34 до 94 лет, средний возраст $63,8 \pm 15,5$ года, мужчины – 70%. Диагноз новой коронавирусной инфекции подтверждался наличием вируса SARS-CoV-2 результатами полимеразной цепной реакции и характерными признаками COVID-ассоциированной пневмопатии по данным КТ ОГК. Все пациенты имели тяжелое поражение легких (3–4-й степени), доля умерших пациентов общей группы – 87%. Количество пациентов группы +фЭхоPr составила 35, группы –фЭхоPr – 18 человек.

Некоторые клинично-демографические характеристики общей когорты наблюдения и результаты их сравнительного анализа в группах представлены в табл. 1.

Не выявлено статистически значимой разницы в группах по возрасту, полу, летальности. Показатели ИМТ варьировали в общей группе наблюдения от 23 до 46 кг/м², 27 (50,9%) пациентов страдали ожирением (ИМТ ≥ 30 кг/м²), из них 14 (51,8%) – мужчины, 13 (48,2%) – женщины. Средний ИМТ группы наблюдения составил $30,7 \pm 5,4$ кг/м² без статистически значимой разницы между средними показателями в группах. Наблюдалась тенденция к более высоким показателям шкалы NEWS у пациентов –фЭхоPr без статистически значимой разницы в группах. На момент проведения фЭхоPr 77,4% пациентов находились на ИВЛ, была отмечена тенденция к большему количеству пациентов на ИВЛ в группе –фЭхоPr (68,6% vs 94,4%), однако статистически значимой разницы в группах по нахождению на ИВЛ выявлено не было. При проведении корреляционного анализа установлена умеренная обратная связь между нахождением пациента на ИВЛ и возможностью визуализации сердца при проведении фЭхоPr (r -Спирмена = $-0,30$ при $p = 0,033$), не установлено связи между ИМТ и возможностью визуализации сердца при проведении фЭхоPr. Причиной неинформативной визуализации у 5 (28%) пациентов в группе –фЭхоPr было наложение сливных В-линий на проекцию сердца.

Таблица 1. Клинично-демографические данные общей группы наблюдения и их сравнительная характеристика в группах +фЭхоPr и –фЭхоPr. Результаты представлены как среднее \pm стандартное отклонение или частота n (%)

Table 1. Baseline clinical and demographic data of observation group and its comparative characteristics in groups. Values are presented as mean \pm SD or n (%)

Показатель	Общая группа ($n = 53$)	+фЭхоPr ($n = 35$)	–фЭхоPr ($n = 18$)	Коэффициент, уровень значимости
Возраст, годы $M \pm SD$	$63,8 \pm 15,5$	$65,6 \pm 15,3$	$60,2 \pm 15,8$	t -test $p > 0,05$
Пол, абс. (%)	м. 37 (69,8%) ж. 16 (30,2%)	м. 23 (65,7%) ж. 12 (34,3%)	м. 14 (77,8%) ж. 4 (22,2%)	χ^2 с поправкой Йетса, $p > 0,05$
ИМТ, кг/м ² $M \pm SD$	$30,7 \pm 5,4$	$31,3 \pm 5,3$	$29,5 \pm 5,4$	t -test $p > 0,05$
ИВЛ, абс. (%)	41 (77,4%)	24 (68,6%)	17 (94,4%)	χ^2 с поправкой Йетса, $p = 0,074$
Шкала NEWS, баллы, $M \pm SD$	$7,5 \pm 3,7$	$6,9 \pm 3,7$	$8,5 \pm 3,5$	t -test $p > 0,05$
Доля умерших пациентов, абс. (%)	46 (86,7%)	29 (82,8%)	17 (94,4%)	χ^2 с поправкой Йетса, $p > 0,05$

Примечание. ИМТ – индекс массы тела; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; NEWS – National Early Warning Score.
Note. BMI – body mass index, MV – mechanical ventilation, NEWS – National Early Warning Score.

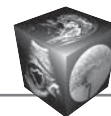


Таблица 2. Структурные и гемодинамические характеристики сердца пациентов группы +fЭхоPr. Результаты представлены как медиана (интерквартильный размах) и частота n (%)

Table 2. Structural and hemodynamic characteristics of patients +fEchoPr. Values are presented as median (IQR) or n (%)

Показатель	Результат
TAPSE, см, Ме (25%;75%)	1,8 (1,7;2,0)
Количество информативных измерений, n (%)	35 (100%)
ПЖ, см, Ме (25%;75%)	3,4 (3,2;3,9)
Количество информативных измерений, n (%)	35 (100%)
ПЖ/ЛЖ, Ме (25%;75%)	0,6 (0,6;0,85)
Количество информативных измерений, n (%)	35 (100%)
PGTR, мм рт.ст., Ме (25%;75%)	29 (25;38)
Количество информативных измерений, n (%)	25 (71%)
VTI _{ЛЖ} , см Ме (25%;75%)	18 (17;19)
Количество информативных измерений n (%)	30 (86%)

Примечание. TAPSE – экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана, ПЖ – правый желудочек, ЛЖ – левый желудочек, ПЖ/ЛЖ – отношение конечно-диастолических базальных диаметров, PGTR – пиковый градиент трикуспидальной регургитации, VTI_{ЛЖ} – интеграл линейной скорости кровотока в выходном тракте ЛЖ.

Note. TAPSE – tricuspid annular plane systolic excursion, RV – right ventricular, LV – left ventricular, RV/LV ratio, PGTR – peak gradient tricuspid regurgitation, VTI_{LVOT} – left ventricular outflow tract velocity time integral.

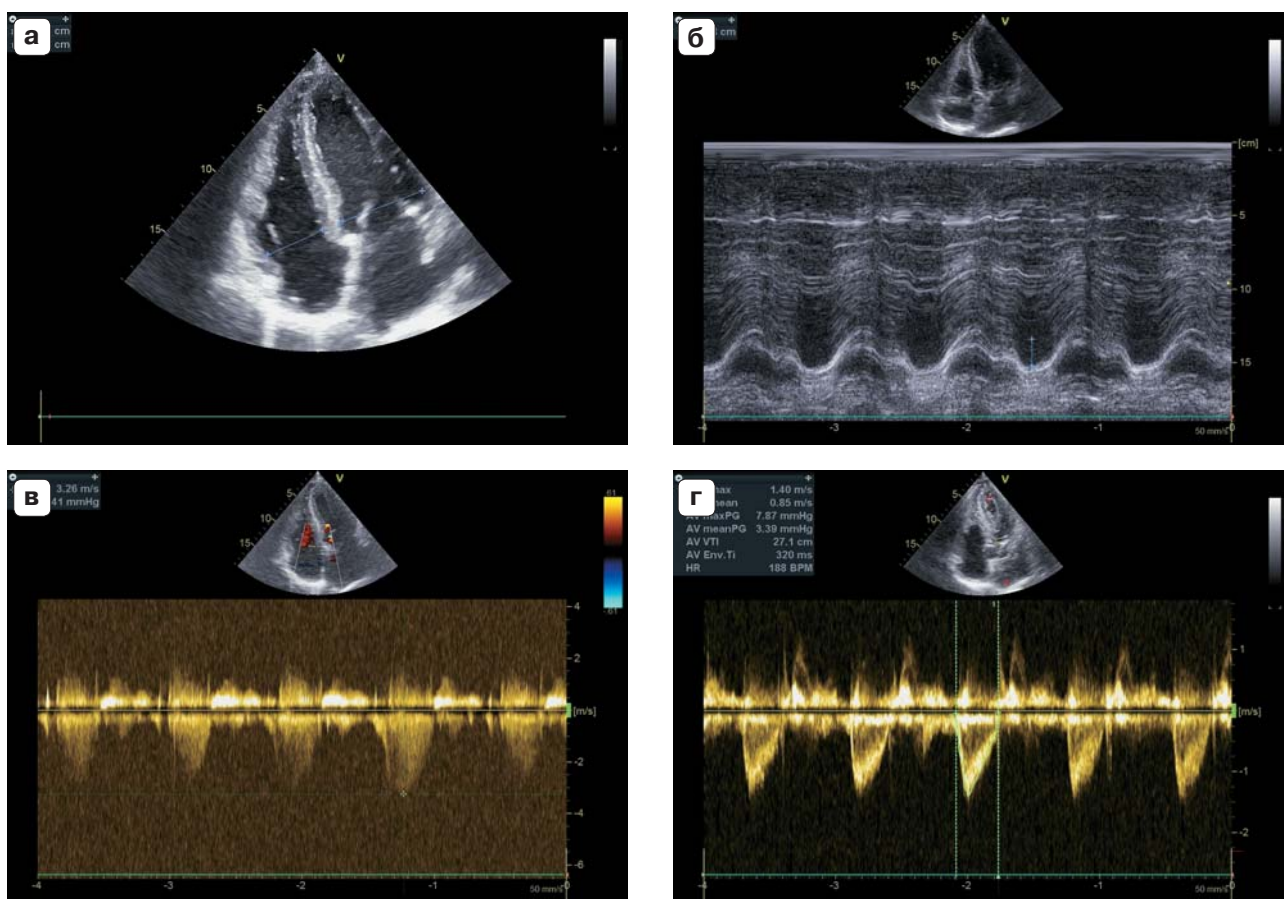


Рисунок. Результаты fЭхоPr пациента на высокопоточной оксигенотерапии. Модифицированный апикальный доступ. **а** – 4-камерная позиция, В-режим. Базальный диаметр ПЖ – 3,8 см, отношение базальных диаметров ПЖ/ЛЖ – 0,7; **б** – 4-камерная позиция, М-режим. TAPSE – экскурсия фиброзного кольца трикуспидального клапана – 1,8 см; **в** – 4-камерная позиция, режим CW-доплерографии. Пиковый градиент трикуспидальной регургитации (PGTR) – 42 мм рт.ст.; **г** – 5-камерная позиция, режим PW-доплерографии. Интеграл линейной скорости кровотока в выходном тракте ЛЖ (VTI_{ЛЖ}) – 27 см.

Figure. The fEchoPr data of the patient on high flow oxygen supply. Modified apical view. **a** – Apical four-chamber view, B-mode. Right ventricle (RV) basal diameter – 3.8 sm, and RV/left ventricular (LV) ratio – 0.7; **б** – Apical four-chamber view, M-mode. Tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) – 1.8 sm; **в** – Apical four-chamber view, CW Doppler. Peak gradient tricuspid regurgitation (PGTR) – 42 mm Hg; **г** – Apical five-chamber view, PW Doppler. LV outflow tract velocity time integral (VTI_{LVOT}) – 27 sm.



Результаты фЭхоPr в группе с информативным исследованием

Корректная оценка систолической функции ПЖ и размера ПЖ проведена в 100% случаев, снижение систолической функции ПЖ ($TAPSE < 1,7$ см) было зафиксировано у 5 (14%) пациентов, расширение ПЖ ($ПЖ > 3,6$ см, $ПЖ/ЛЖ > 0,6$ см) – у 13 (37%) пациентов. Признаки легочной гипертензии (ЛГ) ($PGTR > 30$ мм рт.ст.) были выявлены у 11 (31%) человек, измерить $PGTR$ не удалось у 10 (28%) пациентов. Суммарно патология правых отделов сердца в группе +фЭхо встречалась почти у половины пациентов (17 пациентов, из них 16 – с летальным исходом). Систолическая дисфункция ЛЖ выявлена у 7 (20%), из них у 6 пациентов – с летальным исходом. Сливные В-линии затруднили оценку функции ЛЖ в группе +фЭхо у 5 (14%) пациентов. По результатам фЭхоPr у 1 пациента был выставлен диагноз инфекционного эндокардита нативного митрального клапана, впоследствии подтвердившийся при проведении аутопсии. Данные структурных и гемодинамических характеристик сердца пациентов группы +фЭхоPr приведены в табл. 2.

На рисунке представлены результаты фЭхо пациента в Pr-позиции.

Обсуждение

Применение метода ЭхоКГ у пациентов с COVID-19 имеет ряд ограничений, связанных с рисками распространения новой коронавирусной инфекции [10, 11]. Тем не менее к настоящему моменту в текущей литературе представлены результаты работ, обобщающих опыт применения ЭхоКГ в условиях пандемии. В апреле 2020 г. было проведено международное исследование в режиме on-line, объединившее данные 1216 пациентов из 69 стран. Согласно полученным результатам, в половине случаев при проведении ЭхоКГ была обнаружена патология, причем в группе пациентов, не имеющих анамнеза предшествующих заболеваний сердечно-сосудистой системы, – в 46% случаев, в 13% – впервые выявлены тяжелые структурно-функциональные аномалии сердца. В 33% случаев результаты ЭхоКГ изменили тактику ведения пациентов с COVID-19 [12]. Более позднее многоцентровое исследование выявило, что при наличии признаков миокардиального повреждения (положительного тропонинового теста) обнаружение патологии сердца при проведении ЭхоКГ увеличивает госпитальную летальность с 18,6 до 31,7% [13].

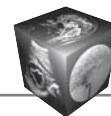
У пациентов с ОРДС рекомендуемым форматом проведения УЗИ сердца в условиях ОРИТ является фокусированный протокол, основные зада-

чи которого – неинвазивная оценка показателей ЦГД, определение причины гемодинамической нестабильности пациента и выявление сопутствующей значимой кардиальной патологии [2].

Применение Pr-позиции в качестве терапевтического маневра у пациентов с ОРДС началось с 70-х годов прошлого века [14]. Маневр направлен на раскрытие коллабированных в положении на спине дорсальных участков легких с последующим включением в газообмен дополнительного количества спавшихся альвеол. По данным исследования 2016 г., обобщающего опыт работы реанимационных отделений 50 стран, Pr-позиция использовалась в среднем у 16% пациентов с тяжелым ОРДС [15]. По данным метаанализа, проведенного L. Munshi и соавт., использование Pr-позиции не менее 12 ч в день снижает госпитальную летальность у пациентов на ИВЛ [16]. Респираторная поддержка в Pr-позиции, в том числе ИВЛ, широко используется при ковид-обусловленном ОРДС, демонстрируя бóльшую эффективность по сравнению с применением тех же методов в положении на спине [5, 6, 17, 18]. Окончательно судить о частоте применения Pr-позиции у пациентов с COVID-19 преждевременно, промежуточные результаты – 27%, представлены в работе G. Grasselli и соавт. [19]. В клинической практике ГКБ № 52 применение данного маневра достигает 90% у пациентов ОРИТ.

За период пандемии COVID-19 был опубликован ряд работ, посвященных применению фЭхоPr [17, 18, 20, 21]. L.E. Santos-Martínez и соавт. на примере 50 здоровых добровольцев продемонстрировали сопоставимость результатов оценки правых отделов сердца у пациентов в положении лежа и в Pr-позиции [22]. Аналогичные результаты были получены у пациентов с ковид-обусловленным ОРДС [17, 20]. Большинство авторов фЭхоPr оценивается как методика с высокой диагностической эффективностью, в качестве факторов, затрудняющих визуализацию сердца, рассматриваются проведение ИВЛ, наличие В-линий и морбидное ожирение [3].

Согласно полученным в ходе представленного исследования результатам, фЭхоPr было информативным в 66% случаев, особенно в части оценки состояния правых отделов сердца. Анализ выявленных изменений параметров +фЭхоPr повторяет ранее описанные данные: в группе с выявленными изменениями превалирует патология правых отделов сердца, для COVID-19 не характерна дисфункция левых отделов, значительное количество пациентов с тяжелым течением COVID-19 не имеет структурно-функциональных отклонений при проведении ЭхоКГ [23]. Актуальность возмож-



ности оценки состояния правых отделов сердца подчеркивается тем, что обнаружение данной патологии в 92% случаев закончилось летальным исходом (летальность в группе пациентов без патологии правых отделов – 77%). В ряде клинических ситуаций результаты фЭхо позволили внести коррективы в лечебную тактику (расширение медикаментозной терапии, изменение модальности респираторной поддержки и целевой подбор параметров ИВЛ).

Ограничения

Проведение фЭхо в Pr-позиции ограничивается апикальным доступом, что, несомненно, снижает диагностические возможности метода как такового. Возможность суждения о прогностической значимости результатов данного исследования ограничена его ретроспективным характером (малый размер выборки, отсутствие контроля над качеством проводимых инструментальных методов исследований, отсутствие кратности проведения фЭхо, значительный разброс показателя “время исследования – исход”).

Заключение

фЭхо в Pr-позиции является доступным, эффективным, малозатратным и легко воспроизводимым методом оценки структурно-функционального состояния сердца и мониторинга параметров ЦГД. Данная модификация УЗИ сердца может быть рекомендована для проведения фЭхо у пациентов с тяжелым течением COVID-19 в условиях ОРИТ.

Участие авторов

Белавина Н.И. – концепция и дизайн исследования, написание текста, статистическая обработка данных.

Исхаков Р.Т. – участие в научном дизайне.

Баркова Ю.В. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Ильина Е.С. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Кесарева Ю.А. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Леоненко Н.В. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Никитина Т.А. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Пирожкова Я.В. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Соколова Н.В. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Таймасханова П.А. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Шищенко Е.А. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Зелтынь-Абрамов Е.М. – концепция и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Belavina N.I. – concept and design of the study, writing text, statistical analysis.

Iskhakov R.T. – participation in scientific design.

Barkova Yu.V. – conducting research, collection and analysis of data.

Ilyina E.S. – conducting research, collection and analysis of data.

Kesareva Yu.A. – conducting research, collection and analysis of data.

Leonenko N.V. – conducting research, collection and analysis of data.

Nikitina T.A. – conducting research, collection and analysis of data.

Pirozhkova I.V. – conducting research, collection and analysis of data.

Sokolova N.V. – conducting research, collection and analysis of data.

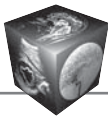
Taymaskhanova P.A. – conducting research, collection and analysis of data.

Shishchenko E.A. – conducting research, collection and analysis of data.

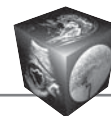
Zeltyn-Abramov E.M. – concept and design of the study, approval of the final version of the article.

Список литературы [References]

1. Johns Hopkins University in medicine coronavirus resource Center. Available at: <https://coronavirus.jhu.edu>. Accessed on 03 February 2021.
2. Hussain A., Via G., Melniker L., Goffi A., Tavazzi G., Neri L., Villen L., Hoppmann R., Mojoli F., Noble V., Zieleskiewicz L., Blanco P., Ma I.W.Y., Wahab M.A., Alsaawi A., Al Salamah M., Balik M., Barca D., Bendjelid K., Bouhemad B., Bravo-Figueroa P., Breikreutz R., Calderon J., Connolly J., Copetti R., Corradi F., Dean A.J., Denault A., Govil D., Graci C., Ha Y.R., Hurtado L., Kameda T., Lanspa M., Laursen C.B., Lee F., Liu R., Meineri M., Montorfano M., Nazerian P., Nelson B.P., Neskovic A.N., Nogue R., Osman A., Pazeli J., Pereira-Junior E., Petrovic T., Pivetta E., Poelaert J., Price S., Prosen G., Rodriguez S., Rola P., Royse C., Chen Y.T., Wells M., Wong A., Xiaoting W., Zhen W., Arabi Y. Multi-organ point-of-care ultrasound for COVID-19 (PoCUS4COVID): international expert consensus. *Crit. Care.* 2020; 24 (1): 702. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03369-5>
3. Spencer K.T., Kimura B.J., Korcarz C.E., Pellikka P.A., Rahko P.S., Siegel R.J. Focused cardiac ultrasound: recommendations from the American Society of Echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2013; 26 (6): 567–581. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2013.04.001>
4. Kochi A.N., Tagliari A.P., Forleo G.B., Fassini G.M., Tondo C. Cardiac and arrhythmic complications in patients with COVID-19. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2020; 31 (5): 1003–1008. <http://doi.org/10.1111/jce.14479>
5. Venus K., Munshi L., Fralick M. Prone positioning for patients with hypoxic respiratory failure related to COVID-19. *CMAJ.* 2020; 192 (47): E1532–E1537. <https://doi.org/10.1503/cmaj.201201>
6. Navas-Blanco J.R., Dudaryk R. Management of Respiratory Distress Syndrome due to COVID-19 infection.



- BMC Anesthesiol.* 2020; 20 (1): 177.
<http://doi.org/10.1186/s12871-020-01095-7>
7. Royal College of Physicians. National Early Warning Score (NEWS): Standardising the assessment of acute illness severity in the NHS. Report of a working party. London: RCP, 2012. 47 p.
 8. 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.* 2016; 17 (4): 412.
<http://doi.org/10.1093/ehjci/jew041>
 9. Hatle L., Angelsen B.A., Tromsdal A. Non-invasive estimation of pulmonary artery systolic pressure with Doppler ultrasound. *Br. Heart J.* 1981; 45(2): 157–165.
<http://doi.org/10.1136/hrt.45.2.157>
 10. Skulstad H., Cosyns B., Popescu B.A. et al. COVID-19 pandemic and cardiac imaging: EACVI recommendations on precautions, indications, prioritization, and protection for patients and healthcare personnel. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2020; 21(6): 592–598.
<http://doi.org/10.1093/ehjci/jeaa072>
 11. Шляхто Е.В., Конради А.О., Арутюнов Г.П., Арутюнов А.Г., Баутин А.Е., Бойцов С.А., Виллевалде С.В., Григорьева Н.Ю., Дупляков Д.В., Звартау Н.Э., Козилова Н.А., Лебедев Д.С., Мальчикова С.В., Медведева Е.А., Михайлов Е.Н., Моисеева О.М., Орлова Я.А., Павлова Т.В., Певзнер Д.В., Петрова М.М., Ребров А.П., Ситникова М.Ю., Соловьева А.Е., Тарловская Е.И., Трукшина М.А., Федотов П.А., Фомин И.В., Хрипун А.В., Чесникова А.И., Шапошник И.И., Явелов И.С., Яковлев А.Н. Руководство по диагностике и лечению болезней системы кровообращения в контексте пандемии COVID-19. *Российский кардиологический журнал.* 2020; 25 (3): 3801.
<https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3-3801>
Shlyakho E.V., Konradi A.O., Arutyunov G.P., Arutyunov A.G., Bautin A.E., Boytsov S.A., Villevalde S.V., Grigoryeva N.Yu., Duplyakov D.V., Zvartau N.E., Koziołova N.A., Lebedev D.S., Malchikova S.V., Medvedeva E.A., Mikhailov E.N., Moiseeva O.M., Orlova Y.A., Pavlova T.V., Pevsner D.V., Petrova M.M., Rebrov A.P., Sitnikova M.Yu., Solovyova A.E., Tarlovskaya E.I., Trukshina M.A., Fedotov P.A., Fomin I.V., Khripun A.V., Chesnikova A.I., Shaposhnik I.I., Yavelov I.S., Yakovlev A.N. Guidelines for the diagnosis and treatment of circulatory diseases in the context of the COVID-19 pandemic. *Russian Journal of Cardiology.* 2020; 25 (3): 3801. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3-3801> (In Russian)
 12. Dweck M.R., Bularga A., Hahn R.T., Bing R., Lee K.K., Chapman A.R., White A., Salvo G.D., Sade L.E., Pearce K., Newby D.E., Popescu B.A., Donal E., Cosyns B., Edvardsen T., Mills N.L., Haugaa K. Global evaluation of echocardiography in patients with COVID-19. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2020; 21 (9): 949–958.
<http://doi.org/10.1093/ehjci/jeaa178>
 13. Giustino G., Croft L.B., Stefanini G.G., Bragato R., Silbiger J.J., Vicenzi M., Danilov T., Kukar N., Shaban N., Kini A., Camaj A., Bienstock S.W., Rashed E.R., Rahman K., Oates C.P., Buckley S., Elbaum L.S., Arkonac D., Fiter R., Singh R., Li E., Razuk V., Robinson S.E., Miller M., Bier B., Donghi V., Pisaniello M., Mantovani R., Pinto G., Rota I., Baggio S., Chiarito M., Fazzari F., Cusmano I., Curzi M., Ro R., Malick W., Kamran M., Kohli-Seth R., Bassily-Marcus A.M., Neibart E., Serrao G., Perk G., Mancini D., Reddy V.Y., Pinney S.P., Dangas G., Blasi F., Sharma S.K., Mehran R., Condorelli G., Stone G.W., Fuster V., Lerakis S., Goldman M.E. Characterization of Myocardial Injury in Patients With COVID-19. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2020; 76(18): 2043–2055. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.08.069>
 14. Piehl M.A., Brown R.S. Use of extreme position changes in acute respiratory failure. *Crit. Care Med.* 1976; 4 (1): 13–14. <http://doi.org/10.1097/00003246-197601000-00003>
 15. Bellani G., Laffey J.G., Pham T., Fan E., Brochard L., Esteban A., Gattinoni L., van Haren F., Larsson A., McAuley D.F., Ranieri M., Rubenfeld G., Thompson B.T., Wrigge H., Slutsky A.S., Pesenti A; LUNG SAFE Investigators; ESICM Trials Group. Epidemiology, Patterns of Care, and Mortality for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome in Intensive Care Units in 50 Countries. *JAMA.* 2016; 23; 315 (8): 788–800. <http://doi.org/10.1001/jama.2016.0291>
 16. Munshi L., Del Sorbo L., Adhikari N.K.J., Hodgson C.L., Wunsch H., Meade M.O., Uleryk E., Mancebo J., Pesenti A., Ranieri V.M., Fan E. Prone Position for Acute Respiratory Distress Syndrome. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2017; 14 (Suppl. 4): S280–S288. <http://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201704-343OT>
 17. Giustiniano E., Fazzari F., Bragato R.M., Curzi M., Cecconi M. Trans-thoracic Echocardiography in Prone Positioning COVID-19 Patients: a Small Case Series. *SN Compr. Clin. Med.* 2020; 15: 1–6.
<http://doi.org/10.1007/s42399-020-00516-5>
 18. Gibson L.E., Di Fenza R., Berra L., Bittner E.A., Chang M.G. Transthoracic Echocardiography in Prone Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Feasibility Study. *Crit. Care. Explor.* 2020; 2(8): e0179.
<http://doi.org/10.1097/CCE.0000000000000179>
 19. Grasselli G., Zangrillo A., Zanella A., et al. Baseline Characteristics and Outcomes of 1591 Patients Infected With SARS-CoV-2 Admitted to ICUs of the Lombardy Region, Italy. *JAMA.* 2020; 323 (16): 1574–1581.
<http://doi.org/10.1001/jama.2020.5394>
 20. Jaglan A., Kaminski A., Payne A., Salinas P.D., Khan-deria B.K. Focus, echocardiography in prone position: It can be done in COVID-19 patients. *CASE (Phila).* 2020; 26.
<http://doi.org/10.1016/j.case.2020.10.007>
 21. García-Cruz E., Manzur-Sandoval D., Gopar-Nieto R., Murillo-Ochoa A.L., Bejarano-Alva G., Rojas-Velasco G., Álvarez-Álvarez R.J., Baranda-Tovar F. Transthoracic echocardiography during prone position ventilation: Lessons from the COVID-19 pandemic. *J. Am. Coll. Emerg. Physicians. Open.* 2020; 2 (5): 730–736. <http://doi.org/10.1002/emp2.12239>
 22. Santos-Martínez L.E., Mendoza-Copa G., García-Cruz E., Álvarez-Álvarez R.J., Bucio-Reta R.E., González-Ruiz F.J., Ramos-Enríquez Á., Hernández-Márquez M.Á., Baranda-Tovar F.M. Feasibility in the echocardiographic estimation of parameters of the right ventricle in prone position. *Arch. Cardiol. Mex.* 2020; 90 (2): 130–137. English.
<http://doi.org/10.24875/ACM.19000195>
 23. Szekely Y., Lichter Y., Taieb P., Banai A., Hochstadt A., Merdler I., Gal Oz A., Rothschild E., Baruch G., Peri Y., Arbel Y., Topilsky Y. Spectrum of Cardiac Manifestations in COVID-19: A Systematic Echocardiographic Study. *Circulation.* 2020; 142 (4): 342–353.
<http://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047971>



Для корреспонденции*: Белавина Наталья Ивановна – 123182 Москва, ул. Пехотная, д.3. Городская клиническая больница № 52 ДЗ города Москвы. E-mail: natbelavina@mail.ru

Белавина Наталья Ивановна – канд. мед. наук, врач отделения ультразвуковой и функциональной диагностики, сотрудник кардионефрологической лаборатории ГБУЗ ГКБ №52 ДЗМ, Москва. SPIN-код 1712-7956. <https://orcid.org/0000-0003-2953-5570>. E-mail: natbelavina@mail.ru

Исхаков Рустам Тимурович – заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии больных нефрологического профиля ГБУЗ ГКБ №52 ДЗМ, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2850-4465>. E-mail: stamius@yandex.ru

Баркова Юлия Владимировна – врач отделения ультразвуковой и функциональной диагностики ГБУЗ ГКБ №52 ДЗМ, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-0834-8426>. E-mail: yulia.v.barkova@gmail.ru

Ильина Елена Сергеевна – врач отделения ультразвуковой и функциональной диагностики ГБУЗ ГКБ №52 ДЗМ, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-6407-2095>. E-mail: elena.ilina84@mail.ru

Кесарева Юлия Александровна – врач отделения ультразвуковой и функциональной диагностики ГБУЗ ГКБ №52 ДЗМ, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-2877-9592>. E-mail: romakes@gmail.com

Леоненко Наталья Владимировна – врач отделения ультразвуковой и функциональной диагностики ГБУЗ ГКБ №52 ДЗМ, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-0196-3744>. E-mail: naleo69@yandex.ru

Никитина Татьяна Андреевна – врач отделения ультразвуковой и функциональной диагностики ГБУЗ ГКБ №52 ДЗМ, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-5477-5635>. E-mail: dr.NikitinaTatyana@yandex.ru

Пирожкова Яна Владимировна – врач отделения ультразвуковой и функциональной диагностики, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7046-0318>. E-mail: pasha-pirzhkv@rambler.ru

Соколова Наталья Валерьевна – врач отделения ультразвуковой и функциональной диагностики, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-4156-2299>. E-mail: nataliesok@yandex.ru

Таймасханова Патимат Алиасхабовна – врач отделения ультразвуковой и функциональной диагностики, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-9239-1982>. E-mail: TAYMASKHANOVA.PATI@mail.ru

Шищенко Екатерина Алексеевна – врач отделения ультразвуковой и функциональной диагностики, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-1059-4941>. E-mail: penelopaket@gmail.com

Зелтынь-Абрамов Евгений Мартьянович – доктор мед. наук, профессор, руководитель кардионефрологической лаборатории ГБУЗ ГКБ № 52; профессор кафедры терапии ФДПО ФГАОВ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-0190-1620>. E-mail: ezeltyn@mail.ru

Contact*: Natalya I. Belavina – 3, Pekhohnaya str., Moscow, 123182, Russian Federation. City Clinical Hospital No52. E-mail: natbelavina@mail.ru

Natalya I. Belavina – Cand. of Sci. (Med.), doctor of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics, staff-member of Laboratory of Cardioneurology of City Clinical Hospital No 52 of Moscow Healthcare Department, Moscow. SPIN-код 1712-7956. <https://orcid.org/0000-0003-2953-5570>. E-mail: natbelavina@mail.ru

Rustam T. Iskhakov – Head of the Resuscitation and Intensive Care Unit for Renal Patients of City Clinical Hospital No 52 of Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2850-4465>. E-mail: stamius@yandex.ru

Iuliia V. Barkova – doctor of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics of City Clinical Hospital No 52 of Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-0834-8426>. E-mail: yulia.v.barkova@gmail.ru

Elena S. Ilina – doctor of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics of City Clinical Hospital No 52 of Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-6407-2095>. E-mail: elena.ilina84@mail.ru

Iuliia A. Kesareva – doctor of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics of City Clinical Hospital No 52 of Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-2877-9592>. E-mail: romakes@gmail.com

Natalya V. Leonenko – doctor of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics of City Clinical Hospital No 52 of Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-0196-3744>. E-mail: naleo69@yandex.ru

Tatyana A. Nikitina – doctor of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics of City Clinical Hospital No 52 of Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-5477-5635>. E-mail: dr.NikitinaTatyana@yandex.ru

Iana V. Pirozhkova – doctor of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics of City Clinical Hospital No 52 of Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-7046-0318>. E-mail: pasha-pirzhkv@rambler.ru

Natalia V. Sokolova – doctor of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics of City Clinical Hospital No 52 of Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-4156-2299>. E-mail: nataliesok@yandex.ru

Patimat A. Taymaskhanova – doctor of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics of City Clinical Hospital No 52 of Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-9239-1982>. E-mail: TAYMASKHANOVA.PATI@mail.ru

Ekaterina A. Shishchenko – doctor of the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics of City Clinical Hospital No 52 of Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-1059-4941>. E-mail: penelopaket@gmail.com

Eugene M. Zeltyin-Abramov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief of Laboratory of Cardioneurology Moscow City Clinical Hospital No 52; Professor at the Department of Internal Medicine of the Faculty of Additional Professional Education, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-0190-1620>. E-mail: ezeltyn@mail.ru