

КАРДИОЛОГИЯ CARDIOLOGY

ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ДИСФУНКЦИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА И ПАРАМЕТРЫ ТРАНСМИТРАЛЬНОГО КРОВОТОКА У ЛИЦ, ПЕРЕНЁСШИХ COVID-19

РЕЗЮМЕ

Васильев В.А.¹,
Карапетян Т.Т.¹,
Ларионова В.А.²,
Соляникова И.Н.²,
Цеханович К.Б.²

¹ ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» (185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, Россия)

² ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» города Петрозаводск» (185001, г. Петрозаводск, пр. Первомайский, 17, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Васильев Валерий Анатольевич,
e-mail: valerij-vasiljev@list.ru

Обоснование. У лиц, перенёсших инфекцию COVID-19, имеется повышенный риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы. Диастолическая дисфункция левого желудочка является ранним маркером развития кардиологической патологии. Её своевременное выявление имеет важное значение для назначения адекватной терапии и динамического наблюдения за пациентами. В связи с этим представляется актуальным исследование влияния перенесённой инфекции COVID-19 на диастолическую функцию левого желудочка и показатели трансмитрального кровотока у практически здоровых лиц при отсутствии у них клинико-инструментальных признаков сердечно-сосудистой патологии.

Цель исследования. Оценка изменений диастолической и систолической функции левого желудочка, его анатомических параметров и показателей трансмитрального кровотока в двух группах практически здоровых лиц: перенёсших и не перенёсших инфекцию COVID-19.

Материалы и методы. Проведена трансторакальная эхокардиография по стандартной методике и проанализированы её результаты у 66 обследованных, признанных практически здоровыми по результатам регулярных комплексных клинико-инструментальных исследований. В первую группу были включены 30 лиц, прошедших эхокардиографическое исследование до пандемии COVID-19 или в период пандемии, но не болевшие коронавирусной инфекцией; вторую группу составили 36 лиц, переболевшие COVID-19. Оценивались показатели, свидетельствующие о наличии диастолической дисфункции левого желудочка, и параметры трансмитрального потока крови. Исследование одобрено на заседании Комитета по медицинской этике при Министерстве здравоохранения Республики Карелия и ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» (протокол № 47 от 11.01.2023).

Результаты. Частота выявления диастолической дисфункции левого желудочка не отличалась в первой и второй группах пациентов. Зарегистрированы статистически значимые различия в средних показателях времени замедления потока как раннего, так и позднего наполнения левого желудочка у лиц, перенёсших и не перенёсших инфекцию COVID-19. Изменение фазовой структуры трансмитрального кровотока может быть ранним проявлением нарушений внутрисердечной гемодинамики у лиц, переболевших COVID-19.

Ключевые слова: COVID-19, диастолическая функция, левый желудочек, трансмитральный кровоток, эхокардиография

Статья поступила: 02.02.2023

Статья принята: 15.08.2023

Статья опубликована: 28.09.2023

Для цитирования: Васильев В.А., Карапетян Т.Т., Ларионова В.А., Соляникова И.Н., Цеханович К.Б. Диастолическая дисфункция левого желудочка и параметры трансмитрального кровотока у лиц, перенёсших COVID-19. *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(4): 117-125. doi: 10.29413/ABS.2023-8.4.13

LEFT VENTRICULAR DIASTOLIC DYSFUNCTION AND TRANSMITRAL BLOOD FLOW PARAMETERS IN PATIENTS AFTER COVID-19

Vasilev V.A.¹,
Karapetyan T.T.¹,
Larionova V.A.²,
Solyanikova I.N.²,
Tsekhanovich K.B.²

¹ Petrozavodsk State University
(Lenina ave. 33, Petrozavodsk 185910,
Russian Federation)

² Clinical Hospital «RZhD-Medicsina»
of Petrozavodsk (Pervomaisky ave. 17,
Petrozavodsk 185001, Russian Federation)

Corresponding author:
Valeriy A. Vasilev,
e-mail: valerij-vasiljev@mail.ru

ABSTRACT

Background. People who previously had COVID-19 infection have an increased risk of developing cardiovascular diseases. Left ventricular diastolic dysfunction is an early marker of the development of cardiac pathology. Its early detection is important for the adequate therapy order and dynamic monitoring of patients. In this regard, it seems relevant to study the effect of a recent COVID-19 infection on the left ventricular diastolic function and transmitral blood flow parameters in apparently healthy individuals without clinical and instrumental signs of cardiovascular pathology.

The aim of the study. To assess the changes in the diastolic and systolic function of the left ventricle, its anatomical parameters and transmitral blood flow parameters in two groups of apparently healthy individuals: those who had and those who had not COVID-19 infection.

Materials and methods. Transthoracic echocardiography was performed according to the standard technique and its results were analyzed in 66 examined patients who were recognized as apparently healthy according to the results of regular comprehensive clinical and instrumental studies. The first group included 30 individuals who underwent an echocardiographic study before or during the COVID-19 pandemic, but did not have a coronavirus infection; the second group consisted of 36 people who recovered from COVID-19. The indicators of the presence of left ventricular diastolic dysfunction and the transmitral blood flow parameters were assessed. The study was approved at a meeting of the Medical Ethics Committee under the Ministry of Health of the Republic of Karelia and of Petrozavodsk State University (Minutes No. 47 of 01.11.2023).

Results. The frequency of the left ventricular diastolic dysfunction did not differ in the first and second groups of patients. Statistically significant differences were recorded in the average flow deceleration time for both early and late filling of the left ventricle in people who had and did not have COVID-19 infection. A change in the phase structure of the transmitral blood flow may be an early manifestation of intracardiac hemodynamic disorders in people who have recovered from COVID-19.

Key words: COVID-19, diastolic function, left ventricle, transmitral blood flow, echocardiography

Received: 02.02.2023
Accepted: 15.08.2023
Published: 28.09.2023

For citation: Vasilev V.A., Karapetyan T.T., Larionova V.A., Solyanikova I.N., Tsekhanovich K.B. Left ventricular diastolic dysfunction and transmitral blood flow parameters in patients after COVID-19. *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(4): 117-125. doi: 10.29413/ABS.2023-8.4.13

АКТУАЛЬНОСТЬ

Пандемия коронавирусной инфекции COVID-19 создала новые условия и новые серьёзные проблемы в диагностике и лечении различных заболеваний. В исследованиях и клинических наблюдениях установлено, что респираторный тракт и лёгкие – это не единственная мишень для коронавируса; в патологический процесс часто вовлекается и сердечно-сосудистая система [1–3]. Имеющиеся публикации и отчёты врачей, а также экспертов Всемирной организации здравоохранения показывают статистику более высокой заболеваемости и смертности лиц старшего возраста с различными кардиологическими заболеваниями на фоне новой инфекции [4]. В связи с этим последствия COVID-19 для сердечно-сосудистой системы продолжают активно обсуждаться [5].

У пациентов с коронавирусной инфекцией увеличивается риск тромботических событий, включая развитие инфаркта миокарда и тромбоэмболии лёгочной артерии, возможно возникновение миокардита и другой патологии сердца [6, 7]. Патологическими механизмами повреждений кардиомиоцитов при COVID-19 могут быть гипоксия, тромботические осложнения, побочные действия фармакотерапии, а также нарушения гемодинамики в малом круге кровообращения [8–11].

В большинстве проведённых исследований на эту тему участвовали преимущественно пациенты старшего возраста, многие из которых имели предшествующую патологию сердечно-сосудистой системы, а также хронические заболевания других органов [2, 6, 12]. Вместе с тем имеются данные о поражении сердца при COVID-19 у пациентов, ранее не страдавших заболеваниями сердечно-сосудистой системы, полученные на основании клинических исследований, результатов магнитно-резонансной томографии и эхокардиографии (ЭхоКГ) [1, 10, 13].

Одним из наиболее используемых и информативных методов для выявления поражения сердца различной этиологии на ранних стадиях является определение диастолической дисфункции левого желудочка (ДД ЛЖ) [11, 14]. Она возникает практически при всех заболеваниях сердца и часто предшествует развитию систолической дисфункции, изменению морфометрических показателей ЛЖ, а также клинических признаков синдрома хронической сердечной недостаточности.

Различают три типа диастолической дисфункции, отличающихся в первую очередь по степени её прогрессирования – нарушение релаксации (1-й тип), псевдонормальный вариант (2-й тип) и рестриктивный вариант (3-й тип). Для оценки ранних диастолических нарушений в левом желудочке при проведении ЭхоКГ используется оценка как морфометрических показателей левого желудочка и левого предсердия в М- и В-режимах, так и параметров трансмитрального кровотока и движения фиброзного кольца митрального клапана в режимах спектрального доплеровского анализа и тканевой доплерографии [15–17].

Вместе с тем, как показано в нескольких последних исследованиях, ДД ЛЖ может определяться у пациентов,

не имеющих клинических или инструментальных признаков кардиологической патологии (т. н. субклиническая дисфункция) [11, 18, 19]. В том числе, подобные изменения выявляются у части пациентов, перенёвших коронавирусную инфекцию [15]. В случае COVID-19 нарушение диастолической функции можно рассматривать как ранний маркер изменений внутрисердечной гемодинамики вследствие перенесённой инфекции при отсутствии анамнестических, клинических и инструментальных данных, свидетельствующих о наличии кардиологической патологии. В связи с этим выявление ДД ЛЖ может являться важной частью комплексной оценки изменений сердца при проведении ЭхоКГ у реконвалесцентов для стратификации риска и разработки более целенаправленного подхода к лечению [5, 16, 19–21]. Одними из наиболее информативных показателей для выявления ранних гемодинамических нарушений неспецифического генеза являются параметры трансмитрального кровотока, в частности, соотношение пиков E/A [16, 19].

Однако при оценке влияния коронавирусной инфекции на сердечно-сосудистую систему у ранее здоровых пациентов важно иметь данные предшествующего эхокардиографического контроля, на что указывают некоторые авторы [1]. Кроме того, должно быть подтверждено отсутствие у них кардиологической патологии на основании достаточно полного клинико-инструментального обследования. В большинстве исследований, посвящённых определению ДД ЛЖ у пациентов, переносящих или перенёвших инфекцию COVID-19, проводились эхокардиографические исследования только на момент установления факта заболевания. Это не позволяет достоверно соотнести выявленные изменения с фактором коронавирусной инфекции. В связи с этим представляют интерес исследования влияния перенесённой инфекции COVID-19 на диастолическую функцию ЛЖ практически у здоровых лиц, имеющих данные проведённой ранее ЭхоКГ, с целью выявления ранних нарушений внутрисердечной гемодинамики.

В 2018–2019 гг., до пандемии коронавирусной инфекции, нами проводилась оценка наличия и степени ДД ЛЖ у пациентов с артериальной гипертензией, при этом была обследована с помощью трансоракальной ЭхоКГ группа практически здоровых лиц [22]. У всех обследуемых определялись параметры наличия ДД ЛЖ, включавшие определение показателей трансмитрального кровотока. В последующем они также регулярно наблюдались в нашем лечебном учреждении: эта группа лиц и составила основу для проведения настоящего исследования.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка изменений диастолической и систолической функции левого желудочка, его анатомических параметров и показателей трансмитрального кровотока в двух группах практически здоровых лиц – перенёвших и не перенёвших инфекцию COVID-19.

МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе отделения ультразвуковой диагностики ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» г. Петрозаводск» и кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом критической и респираторной медицины медицинского института ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет».

В период с 2019 по 2022 г. нами была проведена трансторакальная ЭхоКГ по стандартной методике и проанализированы её результаты у 66 лиц, признанных практически здоровыми на основании ежегодно проводимого комплексного клинико-инструментального исследования в условиях терапевтического стационара и поликлиники. Участники исследования подписывали добровольное информированное согласие на проведение ультразвукового сканирования.

Все обследованные работают машинистами или помощниками машиниста на железнодорожном транспорте, вследствие чего проходят ежегодную медицинскую комиссию для определения годности к профессии. Обследование таких лиц включает в себя проведение клинических и биохимических анализов, электрокардиографию (ЭКГ), суточное мониторирование ЭКГ, трансторакальную ЭхоКГ, триплексное сканирование брахиоцефальных сосудов, интегральную реографию тела, осмотр узких специалистов, при необходимости – выполнение коронарографии или стресс-ЭхоКГ (в центральной ведомственной клинике). По результатам у всех обследованных не было зарегистрировано наличия какой-либо патологии сердечно-сосудистой системы.

Все вошедшие в исследование лица были мужского пола, возраст их составил от 21 года до 59 лет, медиана – 44 года, средний возраст – 43,5 года. В первую, контрольную, группу были включены 30 обследованных, прошедших трансторакальное ЭхоКГ-исследование до пандемии COVID-19 – в период с 2019 по 2020 г., а также во время пандемии, в период 2021–2022 г., но не болевшие COVID-19. Вторую группу составили 36 лиц, переболевшие коронавирусной инфекцией и прошедшие обследование в период с 2021 по 2022 г. Группы были сопоставимы по возрасту: минимальный возраст в первой группе составил 21 год, максимальный – 56 лет, средний – 43,3 года, медиана – 45,5 года. Во второй группе минимальный возраст составил 31 год, максимальный – 59 лет, средний – 43,9 года, медиана – 43 года.

Подтверждение случая COVID-19 у всех пациентов второй группы проводилось путём изучения анамнеза пациента (опрос после проведения ЭхоКГ), данных амбулаторных карт и карт стационарного обследования (наличие диагноза перенесённой коронавирусной инфекции), результатов проведения исследования методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) и иммуноферментного анализа (ИФА) [23]. Результаты положительного ПЦР-теста имелись у 100 % обследованных второй группы, теста ИФА – у 45 процентов. Лица с положительным ИФА-тестом и отсутствием в анамнезе положительной реакции ПЦР, анамнестических и документальных

указаний на перенесённую коронавирусную инфекцию не включались в исследование. Анализ тяжести перенесённого заболевания, как и оценка наличия поражения лёгких, нами не проводился, так как большая часть пациентов (61 %) проходили лечение в амбулаторных условиях, и у некоторых из них отсутствуют необходимые для этого результаты исследований, таких как уровень SpO_2 , заключение спиральной компьютерной томографии и др.

Отсутствие в анамнезе коронавирусной инфекции определялось по результатам сбора анамнеза, данных амбулаторных и стационарных карт, заключений регулярных медицинских освидетельствований (от 2 до 4 раз в неделю) для допуска к работе в период, предшествующий обследованию, отрицательными результатами ПЦР и ИФА-тестов.

Трансторакальное эхокардиографическое исследование с доплеровским анализом проводилось по стандартной методике Американского общества эхокардиографии (ASE, American Society of Echocardiography) на аппаратах ACUSON S1000 серии HELX Evolution (Siemens, Германия) в 2021–2022 гг. и VIVID-3 Expert (General Electric Healthcare, США) в 2018–2019 гг. с определением ряда общепринятых морфофункциональных параметров [16, 19]. Для оценки диастолической функции ЛЖ проводилось исследование трансмитрального потока методом импульсно-волнового доплеровского анализа из апикального доступа в 4-камерном сечении при расположении контрольного объёма на уровне концов створок митрального клапана (согласно рекомендациям ASE 2009 и 2016 г.).

В нашем исследовании оценивались такие морфометрические показатели сердца, как конечно-диастолический диаметр левого желудочка (КДД ЛЖ) и конечно-систолический диаметр левого предсердия (КСД ЛП), конечно-диастолический объём левого желудочка (КДО ЛЖ) и его индексированный показатель (к площади поверхности тела (ППТ)), конечно-систолический объём левого предсердия (КСО ЛП) и его индексированный показатель (к ППТ), толщина межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка в диастолу ($T_{мжп}$ и $T_{зслж}$ соответственно), масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ). В качестве показателей систолической функции левого желудочка оценивались значения фракции выброса (ФВ) и фракции укорочения (ФУ) в процентах, рассчитанные по формуле Симпсона в В-режиме [19]. За нормальные значения принимались следующие показатели: 55 % и более – для ФВ, 27 % и более – для ФУ.

Кроме того, в случае отклонения морфометрических показателей от нормы определялось их соотношение для определения наличия и типа ремоделирования левого желудочка. При наличии признаков гипертрофии миокарда левого желудочка для оценки её характера использовались ММЛЖ и показатель относительной толщины миокарда левого желудочка (ОТМ). Масса миокарда определялась по формуле, рекомендованной ASE: $ММЛЖ (г) = 0,8 \times (1,04 \times (T_{мжп} + КДР ЛЖ + T_{зслж})^3 - (КДР)^3) + 0,6$, относительная толщина рассчитывалась по формуле: $ОТМ = (T_{мжп} + T_{зслж}) / КДД ЛЖ$ в М-режиме под контролем

В-режима. По результатам обследования выделялись следующие типы нарушения геометрии ЛЖ: концентрическая гипертрофия, концентрическое ремоделирование и эксцентрический тип гипертрофии.

Из показателей трансмитрального кровотока в нашей работе оценивались следующие: максимальная скорость потока быстрого (раннего) наполнения (E , м/с); максимальная скорость потока медленного (позднего) наполнения (A , м/с); отношение скоростей E/A ; время ускорения фазы быстрого наполнения (AT_E , мс); время замедления фазы быстрого наполнения (DT_E , мс). Также нами определялись обычно не используемые в исследованиях показатели: время ускорения фазы медленного наполнения (AT_A , мс); время замедления фазы быстрого наполнения (DT_A , мс). Показатели скорости движения кольца митрального клапана, указанные в рекомендациях 2016 г., нами не учитывались, так как они не определялись у пациентов, обследованных на ультразвуковом аппарате VIVID-3-Expert (General Electric Healthcare, США) из-за отсутствия в нём режима тканевого доплеровского анализа. По нашему мнению, это не является критичным недостатком исследования, так как нелогично ожидать наличие ДД ЛЖ по 2-му или 3-му типу у обследуемых при отсутствии клинических или инструментально определяемых признаков сердечно-сосудистой патологии. При начальных (субклинических) нарушениях внутрисердечной гемодинамики возможно появление ДД ЛЖ по 1-му типу; для её выявления достаточно оцениваемых показателей.

Исследование проводилось методом двойной слепой выборки. В случае соответствия пациентов требованиям отбора на исследование (оценка выполнялась специалистом, не участвующим в выполнении ЭхоКГ), проводились их опрос и изучение медицинской документации врачом после проведения ЭхоКГ. Соответственно, анамнез обследуемого становился известен диагносту только после оценки всех показателей и формулировки заключения. Пациенты до проведения опроса также не знали о своём участии в исследовании, а также о том, в какую группу они входят. Анализ индивидуальной динамики эхокардиографических показателей по каждому пациенту не проводился, так как обследованные проходили исследования в разные временные периоды у разных диагностов, поэтому полученные данные будут иметь низкую валидность. В этом случае нужно учитывать операторскую погрешность при проведении измерений, которая может быть критичной в случае выхода оцениваемого параметра за пределы нормальных значений при индивидуальной оценке. При статистической обработке групповых показателей она учитывалась нами с помощью определения стандартного доверительного интервала.

Нами проведены расчёты средних значений оцениваемых показателей по группам и их статистическая оценка. Для статистической обработки использовались стандартные средства и формулы табличного процессора MS Excel из пакета Microsoft Office 2019 (Microsoft Corp., США). Все данные, для которых проведена статистическая оценка, имели нормальное

распределение (тест на нормальное распределение был произведён с помощью критерия Шапиро – Уилка). Для сравнения средних значений был выбран параметрический критерий t Стьюдента; имеющиеся различия в значениях показателей считались статистически значимыми при $p < 0,05$. При проверке гипотезы положения (гипотезы о равенстве средних значений в двух выборках) с использованием критерия Стьюдента предварительно проверялась гипотеза о равенстве дисперсий. Для этого был использован критерий Фишера (F^*), с его помощью сравнивались показатели одной и той же выборки, измеренные в разных условиях; имеющиеся различия в значениях показателей считались статистически значимыми при $p < 0,05$. В результатах данные представлены в виде средних значений оцениваемых показателей со среднеквадратичной погрешностью.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При оценке морфометрических показателей при проведении ЭхоКГ нами получены следующие результаты, представленные в таблице 1. В первой и второй группах обследованных показатели КСД ЛП, а также КСО ЛП и его индексированные значения были практически одинаковыми; имеющиеся различия статистически не значимы ($t > 0,05$). При этом максимальные значения этих параметров незначительно выходили за пределы нормы только у одного не болевшего COVID-19 и у 3 переболевших соответственно.

При оценке показателей левого желудочка средние значения КДД в 1-й группе составили $50,8 \pm 3,3$ мм, во 2-й – $49,8 \pm 2,4$ мм; различия также являются статистически не значимыми ($t > 0,05$). Такие же результаты получены при сравнении средних конечно-диастолических объёмов ЛЖ и их индексированных показателей – $64,5 \pm 3,2$ мл/м² для 1-й группы и $61,4 \pm 3,9$ мл/м² для 2-й.

При анализе средних значений показателя $T_{\text{мжп}}$ в 1-й и 2-й группах также получены практически одинаковые результаты. При этом признаки незначительной гипертрофии миокарда МЖП были выявлены у трёх обследованных 1-й группы ($T_{\text{мжп}} = 12$ мм) и у 5 лиц из 2-й группы ($T_{\text{мжп}} = 12-13$ мм). При оценке среднего значения диастолической толщины ЗСЛЖ в 1-й группе показатель составил $10,3 \pm 1$ мм, во 2-й – $10,3 \pm 0,9$ мм ($t > 0,05$).

Индексы массы миокарда ЛЖ статистически значимо не различались в 1-й и 2-й группах и были в пределах нормальных значений; средние значения ОТМ в 1-й и 2-й группах были практически идентичными. При этом признаки ремоделирования ЛЖ определялись у 3 (10 %) обследованных из 1-й группы, из них по типу концентрического – в 2 случаях, по типу концентрической гипертрофии – в 1 случае. Во 2-й группе изменения геометрии ЛЖ выявлены у 7 (19 %) пациентов, по типу концентрического ремоделирования – у 4 обследованных, по типу концентрической гипертрофии – в 2 случаях. Критерий $F^* = 1,084$, разница в частоте выявления признака статистически не значима. В целом отклонения анатомиче-

ТАБЛИЦА 1
МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА И ЛЕВОГО
ПРЕДСЕРДИЯ В ДВУХ ГРУППАХ ОБСЛЕДОВАННЫХ

TABLE 1
MORPHOMETRIC AND FUNCTIONAL PARAMETERS
OF THE LEFT VENTRICLE AND LEFT ATRIUM
IN TWO GROUPS OF PATIENTS

Показатели	1-я группа (n = 30)	2-я группа (n = 36)	t-критерий
КСД ЛП, мм	35,6 ± 3,3	36,6 ± 2,8	0,25
КСО ЛП, мл	53,1 ± 6,2	56,6 ± 5,7	0,31
ИКСО ЛП, мл/м ²	27,9 ± 2,5	29,8 ± 2,7	0,23
КДД ЛЖ, мм	50,8 ± 3,3	49,8 ± 2,4	0,18
КДО ЛЖ, мл	122,7 ± 27,8	117,15 ± 24,5	0,45
ИКДО ЛЖ, мл/м ²	64,5 ± 3,2	61,4 ± 3,9	0,41
T _{мжп} , мм	10,6 ± 1,3	11,1 ± 1,2	0,74
T _{зслж} , мм	10,3 ± 1	10,3 ± 0,9	0,65
ИММ ЛЖ гр/м ²	84,3 ± 5,3	90,2 ± 6,9	0,53
ОТМ	0,42 ± 0,04	0,42 ± 0,04	0,17
Среднее значение ФВ ЛЖ, %	64,0 ± 4	65,3 ± 4,8	0,25
Среднее значение ФУ ЛЖ, %	35,1 ± 4,1	36,3 ± 3,9	0,79

Примечание. ИКСО ЛП – индексированный конечно-систолический объем левого предсердия; ИКДО ЛЖ – индексированный конечно-диастолический объем левого желудочка; ИММ ЛЖ – индексированная масса миокарда левого желудочка.

ТАБЛИЦА 2
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ДИСФУНКЦИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА
И ПАРАМЕТРЫ ТРАНСМИТРАЛЬНОГО ПОТОКА КРОВИ
В ДВУХ ГРУППАХ ОБСЛЕДОВАННЫХ

TABLE 2
LEFT VENTRICULAR DIASTOLIC DYSFUNCTION
AND TRANSMITTAL BLOOD FLOW PARAMETERS
IN TWO GROUPS OF PATIENTS

Параметры	1-я группа (n = 30)	2-я группа (n = 36)	t-критерий
Среднее значение E, м/с	0,82 ± 0,15	0,83 ± 0,16	0,89
Среднее значение АТ _Е , мс	60 ± 20,5	78,6 ± 13,5	0,31
Среднее значение DT _Е , мс	115,1 ± 45,2	84,2 ± 26,3	0,02
Среднее значение A, м/с	0,63,1 ± 0,11	0,64 ± 0,1	0,76
Среднее значение АТ _А , мс	82,1 ± 14,7	78,6 ± 13,5	0,74
Среднее значение DT _А , мс	115,1 ± 45	138,8 ± 29,9	0,01
E/A	1,35 ± 0,28	1,32 ± 0,28	1,32

ских показателей от нормы из 66 обследованных наблюдались у 6 (9%) лиц, не перенёсших COVID-19, и у 8 (12%) переболевших коронавирусной инфекцией; имеющаяся разница является статистически не значимой ($\varphi = 0,218$).

Что касается оценки систолической функции ЛЖ, то средний показатель ФВ (табл. 1) у обследованных 1-й и 2-й групп был в пределах нормальных значений; различия статистически не значимы ($t > 0,05$). Подобные результаты были получены и при расчёте показателя ФУ, при этом минимальные показатели также не выходили за пределы нормы.

При оценке параметров трансмитрального потока нами были получены результаты, представленные в таблице 2; показатели представлены в виде среднего зна-

чения со среднеквадратичным отклонением. Отличия в средних значениях пика E в 1-й и 2-й группах были статистически не значимыми ($t > 0,5$), при этом показатели выше возрастной нормы были отмечены у 6 обследованных, не болевших COVID-19, и у 7 переболевших лиц; критерий $\varphi^* = 0,556$. Рассчитанные средние значения АТ_Е также существенно не отличались в 1-й и 2-й группах ($t > 0,05$), для определения наличия и типа ДД ЛЖ этот показатель не учитывался. Средние значения DT_Е составили 115,1 ± 45,2 мс (1-я группа) и 84,2 ± 26,3 (2-я группа); отклонение от нормальных значений выявлено только у 1 лица, не болевшего COVID-19. Разница показателей для АТ_Е статистически не значима ($t > 0,05$), для DT_Е является статистически значимой ($t < 0,05$).

Для пика А рассчитанные средние значения в 1-й и 2-й группах были практически одинаковыми ($t > 0,05$). Средние значения показателя AT_A у переболевших и не болевших коронавирусной инфекцией были достаточно близкими ($t > 0,5$), в то время как для показателя DT_A они значительно отличались: $115,1 \pm 45$ мс (1-я группа) и $84,22 \pm 2,3$ мс (2-я группа) соответственно. Общепринятых норм для этих показателей не существует, поэтому сказать, отклоняются ли они от нормы, не представляется возможным. Разница в группах в первом случае является статистически не значимой ($t > 0,05$), во втором – статистически значимой ($t < 0,05$).

При оценке соотношения E/A в 1-й и 2-й группах средние значения были схожими ($t > 0,05$), при этом изменения, характерные для ДД ЛЖ по 1-му типу, были выявлены у 18 обследованных из 66 (27 %): у 9 (30 %) пациентов 1-й группы и также у 9 (25 %) лиц 2-й группы; полученные различия в двух группах являются статистически не значимыми ($\phi = 0,453$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, в нашем исследовании не зарегистрированы статистически значимые различия в частоте выявления признаков ДД ЛЖ в двух группах обследованных. Это не позволяет говорить о наличии корреляции между развитием дисфункции и перенесённой инфекцией COVID-19. Однако при оценке результатов нашего исследования нужно учитывать определённую ограниченность выборки и тот факт, что измерения в разные моменты времени для диагностики диастолической дисфункции ЛЖ могут привести к потенциальной неоднородности результатов [11].

Нами выявлен довольно значительный процент (27 %) нарушений диастолы ЛЖ в контрольной группе обследованных. Рассмотрение и анализ причин выявления нарушений диастолы ЛЖ при эхокардиографическом обследовании практически здоровых лиц, продемонстрированных и в нашем предыдущем исследовании и ряде других работ, выходят за рамки данной статьи [18, 20, 24]. В данном случае целесообразно говорить о так называемой субклинической ДД ЛЖ, которая может быть ранним признаком нарушений внутрисердечной гемодинамики и субклинической систолической дисфункции, не выявляемой традиционными эхокардиографическими параметрами [20, 25].

Нами выявлены статистически значимые отличия в средних показателях времени замедления потока как раннего, так и позднего наполнения левого желудочка у лиц, перенёвших и не перенёвших инфекцию COVID-19. По остальным параметрам трансмитрального потока таких различий выявлено не было. Это может свидетельствовать о начальных проявлениях нарушения фазовой структуры трансмитрального потока у 2-й группы обследованных. При этом у пациентов, переболевших коронавирусной инфекцией, имеются признаки, указывающие на некоторые статистически значимые отличия от контрольной группы в фазах как активного, так и пассив-

ного расслабления левого желудочка. Так, в период активного наполнения наблюдалось укорочение времени замедления потока DT_E по сравнению с первой группой (хотя его показатели и у большинства обследованных – в пределах нормы), что свидетельствует о повышении давления наполнения ЛЖ. В фазу пассивного наполнения отмечалось удлинение показателя DT_A , что характеризует замедление этого процесса.

Клиническая значимость выявленных различий в показателях трансмитрального кровотока у пациентов с COVID-19 по сравнению с контрольной группой на настоящий момент неясна, однако они могут свидетельствовать о начальных нарушениях внутрисердечной гемодинамики. Нельзя исключить, что они являются следствием повреждающего действия вируса COVID-19, который, по данным ряда исследований, обладает тропностью к миокарду и эндокарду, причём повреждения миокарда могут выявляться и после выздоровления [25–27]. Для более точной оценки и установления корреляции полученных результатов с фактором COVID-19 необходимо перспективное исследование с определением параметров трансмитрального кровотока и движения фиброзного кольца митрального клапана в режиме тканевой доплерографии у обследованных 2-й группы.

ВЫВОДЫ

Признаки диастолической дисфункции левого желудочка выявлены в двух группах обследованных, при этом частота её выявления статистически значимо не отличалась у лиц, перенёвших и не перенёвших инфекцию COVID-19. У переболевших COVID-19 зарегистрированы определённые статистически значимые отличия в фазовой структуре трансмитрального потока по сравнению с контрольной группой, которые могут являться маркером ранних нарушений внутрисердечной гемодинамики. Не обнаружено статистически значимых различий в оцениваемых морфометрических параметрах и показателях систолической функции левого желудочка у обследованных с инфекцией COVID-19 в анамнезе и без таковой.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Цыганова Е.В., Глухоедова Н.В., Жиленкова А.С., Федосеева Т.И., Ющук Е.Н., Сметнева Н.С. COVID-19 и особенности вовлечения сердечно-сосудистой системы. *Терапевтический архив*. 2021; 93(9): 1091-1099. [Tsyganova EV, Glukhoedova NV, Zhilenkova AS, Fedoseeva TI, Iushchuk EN, Smetneva NS. COVID-19 and features of cardiovascular involvement. *Terapevticheskii arkhiv*. 2021; 93(9): 1091-1099. (In Russ.)]. doi: 10.26442/00403660.2021.09.201036

2. Fang L, Karakiulakis G, Roth M. Are patients with hypertension and diabetes mellitus at increased risk for COVID-19 infection? *Lancet Respir Med.* 2020; 8(4): e21. doi: 10.1016/s2213-2600(20)30116-8
3. Ярославская Е.И., Криночкин Д.В., Широков Н.Е., Криночкина И.Р., Гульяева Е.П., Гаранина В.Д., и др. Эхокардиографические показатели перенесших COVID-19 пневмонию через три месяца после выписки из стационара. *Российский кардиологический журнал.* 2021; 26(8): 4620. [Yaroslavskaya EI, Krinochkin DV, Shirokov NE, Krinochkina IR, Gulyaeva EP, Garanina VD, et al. Echocardiographic characteristics of COVID-19 pneumonia survivors three months after hospital discharge. *Russian Journal of Cardiology.* 2021; 26(8): 4620. (In Russ.)]. doi: 10.15829/1560-4071-2021-4620
4. Skulstad H, Cosyns B, Popescu BA, Galderisi M, Salvo GD, Donal E, 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. doi: 10.1093/ehjci/jeaa072
5. Magoon R. Left-ventricular diastolic dysfunction in coronavirus disease: Opening Pandora's box! *Korean J Anesthesiol.* 2021; 74(6): 557-558. doi: 10.4097/kja.21010
6. Дземешкевич С.Л., Мотрева А.П., Мартыанова Ю.Б., Калмыкова О.В., Домбровская А.В., Никитюк Т.Г., и др. Коронавирусная инфекция COVID-19 и миокардит после реконструкции левого желудочка у пациента с гипертрофической кардиомиопатией. *Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского.* 2022; 10(2): 13-18. [Dzemeshkevich SL, Motreva AP, Martyanova YuB, Kalmykova OV, Dombrovskaya AV, Nikituk TG, et al. COVID-19 infection and myocarditis after surgical left ventricle reconstruction in patient with hypertrophic cardiomyopathy. *Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal.* 2022; 10(2): 13-18. (In Russ.)]. doi: 10.33029/2308-1198-2022-10-2-13-18
7. Agricola E, Beneduce A, Esposito A, Ingallina G, Palumbo D, Palmisano A, et al. Heart and lung multimodality imaging in COVID-19. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2020; 13(8): 1792-808. doi: 10.1016/j.jcmg.2020.05.017
8. Agewall S, Beltrame JF, Reynolds HR, Niessner A, Rosano G, Caforio AL, et al. ESC working group position paper on myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries. *Eur Heart J.* 2017; 38(3): 143-153. doi: 10.1093/eurheartj/ehw149
9. Aghagoli G, Gallo Marin B, Soliman LB, Sellke FW. Cardiac involvement in COVID-19 patients: Risk factors, predictors, and complications: A review. *J Card Surg.* 2020; 35(6): 1302-1305. doi: 10.1111/jocs.14538
10. Puntmann VO, Carerj ML, Wieters I, Fahim M, Arendt C, Hoffmann J, et al. Outcomes of cardiovascular magnetic resonance imaging in patients recently recovered from coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol.* 2020; 5(11): 1265-1273. doi: 10.1001/jamacardio.2020.3557
11. Tian L, Duan F, Li X, Zhou C. Incidence, risk factors and prognostic effect of imaging left ventricular diastolic dysfunction in patients with COVID-19: Protocol for a systematic review. *BMJ Open.* 2022; 12: e059281. doi: 10.1136/bmjopen-2021-059281
12. Szekely Y, Lichter Y, Taieb P, Banai A, Hochstadt A, Merdler I, et al. Spectrum of cardiac manifestations in COVID-19: A systematic echocardiographic study. *Circulation.* 2020; 142(4): 342-353. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047971
13. Puntmann VO, Carerj ML, Wieters I, Fahim M, Arendt C, Hoffmann J, et al. Outcomes of cardiovascular magnetic resonance imaging in patients recently recovered from coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol.* 2020; 5: 1265. doi: 10.1001/jamacardio.2020.3557
14. Слепухина Е.А., Бабаева А.Р., Давыдов С.И., Кондрючая Н.С. Значение оценки диастолической дисфункции левого желудочка в объективизации диагностики сердечной недостаточности: обзор современных международных рекомендаций. *Медицинский алфавит.* 2017; 2(31): 43-47. [Slepukhina EA, Babaeva AR, Davydov SI, Kondryuchaya NS. Value of assessing left ventricular diastolic dysfunction in objectivization of heart failure diagnosis: Review of current international recommendations. *Medical Alphabet.* 2017; 2(31): 43-47. (In Russ.)].
15. Szekely Yi, Lichter Ya, Taieb Ph, Banai A, Hochstadt A, Merdler I, et al. The spectrum of cardiac manifestations in coronavirus disease 2019 (COVID-19) – A systematic echocardiographic study. *Circulation.* 2020; 142(4): 342-353. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047971
16. Рыбакова М.К., Митьков В.В., Балдин Д.Г. *Эхокардиография от Рыбаковой.* М.: Видар; 2018. [Rybakova MK, Mitkov VV, Baldin DG. *Echocardiography from Rybakova.* Moscow: Vidar; 2018. (In Russ.)].
17. Мрикаев Д.В. Диастолическая дисфункция левого желудочка у больных с сердечной недостаточностью. *Креативная кардиология.* 2017; 11(2): 145-158. [Mrikaev DV. Left ventricular diastolic dysfunction in patients with heart failure. *Creative Cardiology, Russian Journal.* 2017; 11(2): 145-158. (In Russ.)]. doi: 10.24022/1997-3187-2017-11-2-145-158
18. Козленок А.В., Березина А.В., Барышева А.В., Богомолова О.В., Гиза И.В., Дидур М.Д., и др. Диастолическая дисфункция левого желудочка как ранний признак нарушения адаптации к физической нагрузке у спортсменов. *Артериальная гипертензия.* 2006; 12(4): 319-324. [Kozlenok AA, Beresina AV, Bansheva AV, Bogomolova OV, Gizha IV, Didur MD, et al. Diastolic function as an early marker of disadaptation in athletes. *Arterial Hypertension.* 2006; 12(4): 319-324. (In Russ.)]. doi: 10.18705/1607-419X-2006-12-4-319-324
19. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015; 28(1): 1-39.e14. doi: 10.1016/j.echo.2014.10.003
20. Цветков В.А., Крутиков Е.С., Чистякова С.И. Субклиническая дисфункция левого желудочка у больных сахарным диабетом 2-го типа. *Проблемы эндокринологии.* 2020; 66(1): 56-63. [Tsvetkov VA, Krutikov ES, Chistyakova SI. Subclinical left ventricular dysfunction in patients with type 2 diabetes mellitus. *Problems of Endocrinology.* 2020; 66(1): 56-63. (In Russ.)]. doi: 10.14341/probl12359
21. Джиоева О.Н. Значение диастолической дисфункции в стратификации сердечно-сосудистого риска при внесердечных хирургических. *Трансляционная медицина.* 2018; 5(5): 18-25. [Dzhioeva ON. The importance of the diastolic dysfunction in the cardiovascular risk stratification of non-cardiac surgical intervention. *Translational Medicine.* 2018; 5(5): 18-25. (In Russ.)]. doi: 10.18705/2311-4495-2018-5-5-18-25

22. Васильев В.А., Кондричина С.Н., Соляникова И.Н. Эхокардиографическая оценка диастолической дисфункции и ремоделирования левого желудочка при артериальной гипертензии. *Национальное здоровье*. 2019; (4): 32-37. [Vasiliev VA, Kondrichina SN, Solyanikova IN. Echocardiographic evaluation of diastolic dysfunctions and remodeling of the left ventricle in arterial hypertension. *National Health*. 2019; (4): 32-37. (In Russ.)].

23. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19): временные методические рекомендации; версия 17. М.; 2022. [Prevention, diagnosis and treatment of a new coronavirus infection (COVID-19): Interim guidelines; version 17. Moscow; 2022.].

24. Miyoshi T, Addetia K, Citro R, Daimon M, Desale S, Fajardo PG, et al. Left ventricular diastolic function in healthy adult individuals: Results of the World Alliance Societies of Echocardiography Normal Values Study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2020; 33(10): 1223-1233. doi: 10.1016/j.echo.2020.06.008

25. Bhatia HS, Bui QM, King K, DeMaria A, Daniels LB. Subclinical left ventricular dysfunction in COVID-19. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2021; 34: 100770. doi: 10.1016/j.ijcha.2021.100770

26. Oudit GY, Kassiri Z, Jiang C, Liu PP, Poutanen SM, Penninger JM, et al. SARS-coronavirus modulation of myocardial ACE2 expression and inflammation in patients with SARS. *Eur J Clin Invest*. 2009; 39(7): 618-625. doi: 10.1111/j.1365-2362.2009.02153.x

27. Панченко Д.И., Канорский С.Г., Быстров А.О., Мойсова Д.Л., Городин В.Н., Ионов А.Ю. Клинические и эхокардиографические изменения у лиц, перенесших COVID-19, через 6 месяцев после выписки из стационара. *Современные проблемы науки и образования*. 2022; (2). [Panchenko DI, Kanorsky SG, Bystrov AO, MoisoVA DL, Gorodin VN, Ionov AYU. Clinical and echocardiographic changes in COVID-19 survivors 6 months after hospital discharge. *Modern Problems of Science and Education*. 2022; (2). (In Russ.)]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31633> [date of access: 20.12.2022].

Сведения об авторах

Васильев Валерий Анатольевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом критической и респираторной медицины, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», e-mail: valerij-vasiljev@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7164-4274>

Карапетья Тейя Тамазовна – студентка 5-го курса, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», e-mail: teya281200@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-7166-0013>

Ларионова Вера Александровна – врач ультразвуковой диагностики, ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» города Петрозаводск», e-mail: V.a.larionova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-6508-4261>

Соляникова Ирина Николаевна – врач ультразвуковой диагностики, ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» города Петрозаводск», e-mail: irina041270@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-6745-7480>

Цеханович Константин Борисович – заведующий отделением ультразвуковой диагностики, врач ультразвуковой диагностики, частного ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» города Петрозаводск», e-mail: konsttseh@icloud.com, <https://orcid.org/0009-0000-1104-3522>

Information about the authors

Valeriy A. Vasiliev – Cand. Sc. (Med.), Associate Professor at the Department of X-Ray Diagnostics and Radiation Therapy with a Course of Critical and Respiratory Medicine, Petrozavodsk State University, e-mail: valerij-vasiljev@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7164-4274>

Teya T. Karapetyan – 5th year Student, Petrozavodsk State University, e-mail: teya281200@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-7166-0013>

Vera A. Larionova – Ultrasound Medical Investigation Specialist, Clinical Hospital «RZhD-Meditsina» of Petrozavodsk, e-mail: V.a.larionova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-6508-4261>

Irina N. Solyanikova – Ultrasound Medical Investigation Specialist, Clinical Hospital «RZhD-Meditsina» of Petrozavodsk, e-mail: irina041270@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-6745-7480>

Konstantin B. Tsekhanovich – Head of the Department of Ultrasound Diagnostics, Ultrasound Medical Investigation Specialist, Clinical Hospital «RZhD-Meditsina» of Petrozavodsk, e-mail: konsttseh@icloud.com, <https://orcid.org/0009-0000-1104-3522>