

Speckle-tracking эхокардиография при коронавирусной инфекции

А. С. Иванова, Л. А. Титова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации

РЕЗЮМЕ

Speckle-tracking эхокардиография — перспективная современная методика для оценки структурно-функциональных изменений миокарда при коронавирусной инфекции, имеющая важное значение для долгосрочного прогноза. Целью данного исследования является выявление и оценка миокардиальных эффектов у инфицированных COVID-19 по данным эхокардиографии с использованием специализированной расширенной визуализации и протокола для анализа различных компонентов деформации миокарда. Результаты и методы расширенный протокол получения эхокардиографических изображений был выполнен у 57 пациентов с инфекцией SARS-CoV-2 с оценкой продольной, радиальной и окружной деформации ЛЖ, включая ротацию, скручивание и раскручивание. Кроме того, деформация ЛЖ была проанализирована в соответствующей возрасту контрольной группе здоровых людей ($n=20$). Самой преобладающей находкой было снижение продольной деформации, наблюдавшееся преимущественно в более чем одном базальном сегменте ЛЖ ($n=39/57$ пациентов, 69%). Эта картина напоминала морфологию «обратного тако-цубо», которая не типична для других вирусных миокардитов. Дополнительные результаты включали двухфазный паттерн с максимальной постсистолической или отрицательной региональной радиальной деформацией, преимущественно базальной ($n=21/57$ пациентов, 37%); отсутствие или дисперсия базальной ротации ЛЖ ($n=28/57$ пациентов, 50%); уменьшенная или положительная региональная окружная деформация более чем в одном сегменте ($n=31/57$ пациентов, 50%). Заключение. Вовлечение миокарда, вызванное SARS-CoV-2, может характеризоваться специфическими паттернами деформации ЛЖ — даже у пациентов с легкими/умеренными симптомами. Выявление вовлечения миокарда с помощью спекл-трекинговой эхокардиографии возможно на острой стадии COVID-19, что может улучшить раннее выявление поражения миокарда, риск стратификации и потенциально кардиопротективное лечение.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Speckle-tracking, SARS-CoV-2, COVID-19, миокардит, визуализация деформаций, напряжение миокарда.

Speckle-tracking echocardiography in coronavirus infection

A. S. Ivanova, L. A. Titova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko» of the Ministry of Health of the Russian Federation

SUMMARY

Speckle-tracking echocardiography is a promising modern technique for assessing structural and functional changes in the myocardium in coronavirus infection, which is important for long-term prognosis. The aim of this study is to identify and evaluate myocardial effects in COVID-19 infected patients by echocardiography using specialized advanced imaging and a protocol to analyze the various components of myocardial deformity. RESULTS AND METHODS An extended echocardiographic imaging protocol was performed in 57 patients with SARS-CoV-2 infection, assessing longitudinal, radial, and circumferential LV deformity, including rotation, torsion, and torsion. In addition, LV deformity was analyzed in an age-matched control group of healthy individuals ($n=20$). The most predominant finding was a reduction in longitudinal deformity, predominantly in more than one LV basal segment ($n=39/57$ patients, 69%). This pattern resembled the «reverse tako-tsubo» morphology, which is not typical of other viral myocarditis. Additional findings included a biphasic pattern with maximal post-systolic or negative regional radial deformity, predominantly basal ($n=21/57$ patients, 37%); absence or dispersion of LV basal rotation ($n=28/57$ patients, 50%); reduced or positive regional circumferential deformity in more than one segment ($n=31/57$ patients, 50%). Conclusion. Myocardial involvement caused by SARS-CoV-2 can be characterized by specific patterns of LV deformity, even in patients with mild/moderate symptoms. Detection of myocardial involvement by speckle tracking echocardiography is possible in the acute stage of COVID-19, which may improve early detection of myocardial injury, risk of stratification, and potentially cardioprotective treatment.

KEYWORDS: Speckle-tracking, SARS-CoV-2, COVID-19, Myocarditis, Visualization of deformities, myocardial tension.

ВВЕДЕНИЕ

Коронавирусная болезнь 2019 (COVID-19) — системное вирусное заболевание, вызванное SARS-CoV-2 (тяжелый острый респираторный синдром-коронавирус-2), который может привести к опасным для жизни тяжелым острым респираторным синдромам, особенно у пациентов в группе высокого риска. У пациентов с COVID-19 выявлено поражение миокарда, которое описывается как особый тип острых миокардитов. Повреждение миокарда может быть вызвано непосредственно вирусом SARS-CoV-2 или иммунопатологическим путем. Вовлечение миокарда подтверждено повышенным уровнем тропонина Т и натрийуретическим пептидом мозгового типа (NT-pro-

BNP), отмечается снижение фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ), что влечет за собой неблагоприятные исходы и повышенную смертность. Поэтому чрезвычайно важно сосредоточиться на выявлении поражения миокарда на ранней стадии SARS-CoV-2-инфекции, а так же на остаточном повреждении миокарда после выздоровления, что может повлиять на дальнейший прогноз ведения пациентов. В настоящее время магнитно-резонансная томография сердца (МРТ) представляет собой золотой стандарт для диагностики миокардитов. Однако использование МРТ ограничено в своем применении для пациентов в тяжелом и очень тяжелом состоянии, стоит упомянуть о том, что аппарат МРТ имеется не во всех лечебных учрежде-

ниях, следует учесть дороговизну исследования. Таким образом, метод визуализации, такой как эхокардиография, может быть предпочтительнее в этих условиях, потому что устройства легче дезинфицировать, подходит для повторных исследований, особенно если необходимо отследить динамику инфекционного процесса. В данной статье описывается разработка больницы скорой медицинской помощи инфекционного отделения больных с подтвержденным COVID-19.

Цель данного исследования заключается в выявлении и оценке миокардиальных эффектов у инфицированных COVID-19 по данным эхокардиографии с использованием специализированной расширенной визуализации и протокола для анализа различных компонентов деформации миокарда.

Метод и материалы

Были проанализированы протоколы эхокардиографических исследований 57 пациентов, проходивших обследование и лечение в БУЗ ВО «ВГКБСМП № 10» с диагнозом с SARS-CoV-2. Симптомы пациентов с SARS-CoV-2 варьировались от легких/умеренных до тяжелых, требующих длительной искусственной вентиляции легких. Таким образом, анализ подгруппы выполняли у пациентов с легкой/умеренной симптоматикой (без ИВЛ, $n=21$) и тяжелые симптомы (необходима искусственная вентиляция легких, $n=36$). Была выполнена прикроватная трансторакальная эхокардиография у постели больного, после чего произведен анализ результатов исследования. Полученные эхокардиографические данные были образцовыми, что подтверждено двумя идентичными результатами МРТ. Характеристики пациентов были собраны из медицинских карт, лабораторных и инструментальных данных (оценка возраста, температуры тела, частоту дыхания, артериальное давление, ЧСС, кашель, наличие пороков клапанов сердца, ишемической болезни сердца, инфаркта миокарда, дислипидемии, сахарного диабета, хронической обструктивной болезни легких, перикардального выпота, плеврального выпота, стенокардии, учитывались следующие показатели: Лейкоциты ($\text{exp9} / \text{л}$), С-реактивный белок ($\text{мг} / \text{л}$), Прокальцитонин ($\text{нг} / \text{мл}$), Креатинкиназа ($\text{мккат} / \text{л}$), Тропонин Т ($\text{пг} / \text{мл}$), NT-proBNP ($\text{пг} / \text{мл}$), D-димер ($\text{мг} / \text{л}$).

Кроме того, деформация ЛЖ была проанализирована в сопоставимой по возрасту контрольной группой здоровых лиц той же возрастной группы ($n=20$). Все испытуемые давали информированное согласие после полного разъяснения цели и порядка проведения всех процедур. Трансторакальная эхокардиография выполнялась с помощью ультразвукового аппарата GE Logiq S8 с датчиком с фазированной решеткой с использованием программного обеспечения для количественного анализа. Пациентам было проведено базовое эхокардиографическое обследование в соответствии с протоколом трансторакальной эхокардиографии.

Совершенствование цифровой обработки ультразвуковых изображений способствовало появлению принципиально новой методики оценки механики миокарда —

спекл-трекинг эхокардиографии (СТЭ). Сейчас сложно представить себе современный кардиологический ультразвуковой сканер без технологии СТЭ. Основной принцип этого метода очень прост: каждый сегмент ткани миокарда кодируется индивидуальным оттенком серого цвета. При оценке в целом пространственного распределения оттенков формируется особый рисунок, который называют speckle pattern, что в переводе с английского языка означает «рисунок точек». Такой рисунок характеризует акустические свойства ткани и является специфическим для каждого сегмента. При изменении положения сегмента во время сердечного цикла меняется и пространственное размещение акустических точек, а современное программное обеспечение ультразвуковых сканеров дает возможность отслеживать кадр за кадром смещение этих точек (speckles). Наиболее частым параметром, который измеряется при проведении СТЭ, является продольный стрейн (strain). Под стрейном понимают изменение длины волокна относительно ее исходного значения, эта величина выражается в процентах. Важно помнить, что отрицательное значение стрейна (–) означает укорочение (продольный и циркулярный стрейн) или истончение (радиальный стрейн) сегмента, в то время как положительная величина (+) — растяжение (продольный и циркулярный стрейн) или утолщение (радиальный стрейн) сегмента. Большинство научных публикаций посвящено изучению стрейна левого желудочка (ЛЖ), однако левое предсердие (ЛП) и правый желудочек (ПЖ) сегодня также интенсивно изучаются.

Глобальная (GLS) и региональная (rLS) продольная деформация оценивали путем определения деформации слоя во всех апикальных проекциях. Глобальная (GCS) и региональная (rCS) окружная деформация слоя и глобальная (GRS) и региональная (rRS) радиальная деформации определяли в апикальной, средней и базальной парастернальной позиции по короткой оси. Для анализа вращения и скорости вращения (скручивание и раскручивание), были получены только апикальные проекции по короткой оси. Базальные проекции по короткой оси стенки ЛЖ в течение всего сердечного цикла. Кроме того, GLS правого желудочка оценивали в апикальных четырехкамерных проекциях.

Все статистические анализы были выполнены с использованием SPSS Statistics версии 24.0 (IBM, Armonk, NY). Непрерывные переменные были выражены как среднее значение $\pm$ стандартное отклонение (SD) и сравнивались между группами с использованием t-критерия Стьюдента. Статистическая значимость была принята для значения $p < 0,05$.

Результаты

Характеристики всех пациентов, инфицированных SARS-CoV-2: было отобрано 37 мужчин и 20 женщин в возрасте от 41 года до 67 лет, температура варьировалась от 37,2 до 39,4 °C, артериальное давление 136/72 мм.рт.ст.-158/86 мм.рт.ст., наличие пороков клапанов сердца у 2 пациентов, ишемическая болезнь сердца у 9 пациентов, инфаркта миокарда не выявлено, сахарный диабет 2 типа

у 4 пациентов, хроническая обструктивная болезнь легких 1 пациент. Не выявлено четкой тенденции деформационных изменений миокарда ни по одному вышеизложенному критерию. Тропонин Т, NT-про-BNP, С-реактивный белок (CrP), прокальцитонин (PCT), интерлейкин-6 (IL-6), и д-димера были значительно увеличены у пациентов с тяжелым течением по сравнению с пациентами с легкими / умеренными симптомами. Сердечные размеры и оценка функции при обычной трансторакальной эхокардиографии были в пределах возрастной нормы, за исключением индекса ремоделирования левого желудочка у пациентов с тяжелыми симптомами, который был значительно выше по сравнению с пациентами с легким / умеренным течением заболевания. Эхокардиографические параметры ПЖ существенно не различались между обеими группами. Однако GLS свободной стенки правого желудочка (ПЖ) был незначительно снижен (ПЖ GLS: от -17 до -23%) у четырех из 36 пациентов с тяжелой формой течения заболевания, требующей искусственной вентиляции легких. Все эти 36 пациентов показали повышенный Тропонин Т и NT-про-BNP. У всех остальных пациентов с тяжелыми симптомами нормальная средняя величина GLS ПЖ.

Кроме того, два пациента с легкими симптомами также показали: умеренно сниженный GLS ПЖ.

В отличие от обычной эхокардиографии, визуализация деформации позволила выявить несколько интересных находок.

1. rLS была снижена более чем в одном базальном сегменте ЛЖ — преимущественно в субэпимииокарде у 69% всех групп обследования (10 с легким течением и 29 с тяжелым).
2. Кривые rRS показали двухфазный характер с максимумом постсистолического PPC (= раннее систолическое истончение стенки ЛЖ) или отрицательный систолический rRS (= полная истончение стенки ЛЖ в систолу у 37% двух групп (5 с легким течением и 16 с тяжелым)).
3. Наблюдалось отсутствие базальной ротации -51% (7 с легким и 22 с тяжелым)
4. rCS был значительно снижен или был положительным более чем в одном из сегментов ЛЖ — преимущественно в среднем и базальном сегментах ЛЖ также у 51% всех пациентов (4 с легким и 25).

Кроме того, при сравнении двух групп-легкого течения, не требующего ИВЛ и группы пациентов тяжелого течения достоверно снижена продольная деформация базального

сегмента стенки ($p < 0,05$), а остальные показатели достоверно не отличались (все $p > 0,05$).

Патологическая деформация (> 2 основных критериев) наблюдалась у 53 из 57 (93%) пациентов, инфицированных SARS-CoV-2 и у всех пациентов с тяжелым течением заболевания, большинство представлены сопоставимыми паттернами дисфункции ЛЖ аналогичного распределению в ЛЖ «обратного базального тако-цуболического синдрома. Определяется истончение стенки ЛЖ. Изменения rRS часто были связаны с нарушениями ротации. Аномальный rCS наблюдаются во всех слоях. Паттерны скручивания и раскручивания, подтвержденные вращением и скоростью вращения аномальны из-за нарушения ротации базальных сегментов ЛЖ.

Важность описанных эхокардиографических результатов у пациентов, инфицированных SARS-CoV-2, подчеркнуты путем сравнения с наборами данных контрольной группы того же возраста ($n=20$) с нормальными показателями деформации ЛЖ.

Обсуждение и выводы

Несмотря на нормальную фракцию выброса левого желудочка (ФВЛЖ), у большинства инфицированных пациентов выявлена аномальная деформация. Возникновение патологических кривых показывают аномальные паттерны, которые можно описать как тако-цубо-подобный синдром. Базальное периферическое поражение миокарда ЛЖ обычно трансмурального типа. Наблюдались аномальные формы деформации у пациентов, инфицированных SARS-CoV-2 с легкой/умеренной и тяжелой степенью. Вовлечение миокарда, вызванное SARS-CoV-2, часто демонстрирует специфические паттерны деформации ЛЖ из-за выраженного отека и/или повреждения миокарда в базальных сегментах ЛЖ. Нормальная глобальная продольная деформация и аномальный базальный rLS подчеркивают предположение, что ранняя стадия миокардита, вызванного SARS-CoV-2, характеризуется субэпимииокардиальным поражением. Более того, аномалии базальных показателей rRS и rCS предполагают в первую очередь базальное субэпимииокардиальное поражение. Трансмуральное поражение миокарда, полученное с помощью анализа циркулярной деформации может указывать на запущенную стадию заболевания на момент исследования. Находка «обратного базального тако-цубо-подобного синдрома» базального сегмента ЛЖ также можно объяснить отеком, который приводит к аномальным базальным кривым rRS без каких-либо изменений.

Настоящее исследование представляет собой новые данные о поражении миокарда из-за аномалий деформации ЛЖ, полученные с помощью современной эхокардиографии у пациентов с SARS-CoV-2.

Выявление вовлечения миокарда с помощью спеклтрекинговой эхокардиографии возможно на острой стадии COVID-19, что может улучшить раннее выявление поражения миокарда, риск и стратификацию, потенциально кардиопротективное лечение. Эхокардиография с отслеживанием спеклов также может быть подходящей для выявления остаточного поражения миокарда после острой стадии

Таблица 1
Сравнение общих индексов трехмерной деформации между двумя группами пациентов в базальном сегменте ЛЖ

Индекс	Легкая/умеренная симптоматика (n = 21)	Тяжелая симптоматика с ИВЛ (n = 36)
rLS (%)	-24.36 ± 5.05	$-12.59 \pm 4.07^*$
rCS (%)	-21.39 ± 4.11	-19.86 ± 3.27
rRS (%)	92.15 ± 15.45	79.81 ± 12.34

По сравнению с группой, с легкой/умеренной симптоматикой $p < 0,05$. rLS: региональная продольная деформация, rCS: региональная окружная деформация и rRS: региональная радиальная деформация. Жирным шрифтом обозначены индексы, $p < 0,05$.

SARS-CoV-2-инфекции. Данное исследование создает основу для последующих исследований с целью определения прогностических ценностей патологических изменений у пациентов с инфекцией SARS-CoV-2.

Список литературы / References

1. Kadappu K.K., Thomas L. Tissue Doppler imaging in echocardiography: value and limitations. *Heart Lung Circ.* 2015; 24(3):224–33.
2. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European

Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2015; 16(3):233–70.

3. Mor-Avi V., Lang R.M., Badano L.P., et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2011; 12(3):167–205.
4. Voigt J.U., Pedrizzetti G., Lysyansky P., et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2015;16(1):1–11.
5. Несукай Е.Г., Даниленко А.А. Роль спекл-трекинг эхокардиографии в диагностике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний. *Медицинский алфавит.* 2018; 33–43 file:///C:/Users/USER/Downloads/rol-spekl-treking-ehokardiografii-v-diagnostike-i-lechenii-serdechno-sosudistykh-zabolevaniy.

Информация об авторах

А. С. Иванова, ассистент кафедры инструментальной диагностики, <https://orcid.org/0000-0001-5643-4770>

Л. А. Титова, заведующая кафедрой инструментальной диагностики, д.м.н., доцент, <https://orcid.org/0000-0002-8421-3411>

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж

Автор для переписки: Иванова Анастасия Сергеевна

E-mail: a.s.ivanova@vngmu.ru

Author information

A. S. Ivanova, Assistant

L. A. Titova, Head of the Department, MD, Associate Professor

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Ministry of Health Care of the Russian Federation

Corresponding author: A.S. Ivanova

E-mail:

Статья поступила / Received 18.04.2023

Получена после рецензирования / Revised 20.04.2023

Принята в печать / Accepted 20.04.2023

Для цитирования: Иванова А.С., Титова Л.А. Speckle-tracking эхокардиография при коронавирусной инфекции. *Медицинский алфавит.* 2023;(15):45–48. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-15-45-48>

For citation: Ivanova A.S., Titova L.A. Speckle-tracking echocardiography in coronavirus infection. *Medical alphabet.* 2023;(15):45–48. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-15-45-48>

