

doi : 10.52485/19986173_2021_2_76

УДК 616.12-07

Чистякова М.В., Зайцев Д.Н., Говорин А.В.,
Гончарова Е.В., Калинин Т.В., Медведева Н.А.

МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И НАРУШЕНИЯ РИТМА СЕРДЦА У ПАЦИЕНТОВ С ЛЕГКИМ И СРЕДНЕТЕЖЕЛЫМ ТЕЧЕНИЕМ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ (COVID-19)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Читинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 672000, г. Чита, ул. Горького, 39а

Цель исследования. Изучить морфо-функциональные изменения, частоту и характер нарушений ритма сердца у пациентов с легкой и среднетяжелой формой коронавирусной инфекции (COVID 19).

Материал и методы. 40 больным, средний возраст 35,7 лет, леченным по поводу коронавирусной инфекции, через 3 месяца провели ЭхоКГ, ХМ ЭКГ. Пациентов разделили на 2 группы: 1-я с поражением верхних дыхательных путей – 21 пациент; 2-я – с двухсторонней пневмонией – 19 больных. Статистическая обработка данных проводилась с использованием Statistica 10,0.

Результаты. По данным эхокардиографии пиковая диастолическая скорость A на трикуспидальном клапане, скорость и пиковый градиент трикуспидальной регургитации во 2-й группе увеличивались, а отношение E/A , снижалось, $P < 0,001$. Амплитуда предсердного пика Am на фиброзном кольце трикуспидального клапана в 1-й и 2-й группах увеличивалась в сравнении с контролем на 14% и 19%, отношение Em/Am снижалось на 25% и 34%, время изоволюметрического сокращения и расслабления увеличивалось, $P < 0,001$. У больных 2-й группы повышалось давление в легочной артерии. У пациентов 1-й группы снижается скорость регионарной деформации миокарда в базальных сегментах левого желудочка, у больных 2-й группы в базальных и средних сегментах левого желудочка, $P < 0,001$. В обеих группах установлены нарушения ритма сердца, выявлена жидкость в перикарде. Установлена взаимосвязь между параметром активности коронавируса и структурно-функциональными показателями миокарда, $P < 0,001$.

Заключение. Поражение сердечно-сосудистой системы после перенесенной коронавирусной инфекции возникает у 71% пациентов легкой степени и 95% средней степени тяжести и характеризуются снижением скоростей регионарной деформации миокарда ЛЖ, а также нарушениями ритма сердца. У больных, перенесших пневмонию, данные изменения были более выражены и сопровождалась дополнительно структурно-функциональными расстройствами в виде нарушения диастолической функции правого желудочка и повышения давления в легочной артерии.

Ключевые слова: коронавирусная инфекция, COVID-19, поражение сердца.

Chistyakova M.V., Zaytsev D.N., Govorin A.V., Goncharova E.V., Kalinkina T.V., Medvedeva N.A.

MORPHO-FUNCTIONAL CHANGES AND CARDIAC ARRHYTHMIAS IN PATIENTS WITH MILD TO MODERATE CORONAVIRUS INFECTION (COVID-19)

Chita State Medical Academy, 672000, Chita, 39A Gorky str.

The aim of the research. To study morpho-functional changes, frequency and nature of cardiac arrhythmias in patients with mild and moderate forms of coronavirus infection (COVID 19).

Materials and methods. Echocardiography and Holter ECG monitoring were performed 3 months after the coronavirus infection, of 40 patients were examined. The patients were divided into 2 groups: 1 - 21 patients with upper respiratory tract lesions; 2-19 patients with bilateral pneumonia, the average age of patients was 35,7 years. Statistical data processing was performed using the program Statistica 10,0.

Results. According to echocardiography, the peak diastolic rate of on the tricuspid valve, the speed and peak gradient of tricuspid regurgitation in group 2 increased, and the E/A ratio decreased, $P < 0,001$. The amplitude of the atrial peak of Am on the fibrous ring of the tricuspid valve in groups 1st and 2nd increased by 14% and 19% compared to the control, and the Em/Am ratio decreased by 25% and 34%, respectively, isovolumetric contraction and relaxation in patients of groups 1st and 2nd increased in comparison with the control group, $p < 0,001$. In addition, patients in group 2 showed increased pressure in the pulmonary artery in comparison with the control. In group 1 patients speed decreased the rate of regional myocardial deformation of the basal segments of the septum, anterior-septum region, and posterior wall of the left

ventricle decreases, $P < 0,001$. In group 2 patients, a decrease in regional velocity was detected in the basal segment of the lower wall, in the middle segments (septum, anterior-septum, anterior, lateral), and in the posterior segment of the left ventricle, $P < 0,001$. In 26,3% of group 2 patients and 10,5% of group 1, free fluid was detected in the pericardial cavity. In both groups, cardiac arrhythmias were detected, most often in patients in group 2. The relationship between the coronavirus activity parameter and the structural and functional parameters of the myocardium, $P < 0,001$, was established.

Conclusion. Damage to the cardiovascular system after a coronavirus infection occurs in 71% of patients with mild and 95% of moderate severity and is characterized by a decrease in the rate of regional LV myocardial deformation, as well as heart rhythm disorders. In patients with pneumonia, these changes were more pronounced and were also accompanied by structural and functional disorders in the form of impaired diastolic function of the right ventricle and increased pressure in the pulmonary artery.

Key words: coronavirus infection, COVID-19, heart disease.

Выявленное в конце 2019 года опасное инфекционное заболевание – COroNaVirusDisease (COVID-19) продолжает вызывать высокую заболеваемость и смертность во всем мире [1-13]. Основное влияние вирусная инфекция оказывает на дыхательные пути, вызывая развитие тяжелой пневмонии [1-6]. Между тем, показано выраженное воздействие вируса и на сердечно-сосудистую систему с развитием тяжелых поражений сердца [11- 13]. Имеются сведения, что существует прямое влияние вируса на кардиомиоциты с их разрушением, а также поражением эндотелия сосудов с нарушениями микроциркуляции и формированием множественных тромбозов [1-2]. У ряда пациентов в результате выраженного иммунного ответа возникает «цитокиновый шторм» с развитием молниеносного миокардита, сердечной недостаточности и кардиогенного шока [2, 4, 11]. Повреждение миокарда может быть и в результате агрессивного лечения, применяемого для борьбы с COVID-19 [7].

Выявлено поражение сердечно-сосудистой системы у выздоровевших пациентов в среднем через 71 день после постановки диагноза коронавирусной инфекции [12]. По данным МРТ, у 78% обследуемых по сравнению с контролем было установлено увеличение объема, массы миокарда и снижение фракции выброса ЛЖ. При проведении биопсии миокарда у 60% больных было выявлено активное лимфоцитарное воспаление [12]. В другом исследовании изучались ткани сердца, собранные при вскрытии 39 пациентов, переболевших COVID-19. Следы вируса SARS-CoV-2 были обнаружены в тканях сердца более чем у 60% умерших, при этом у 16 человек наблюдались клинически значимые уровни вирусной нагрузки в тканях сердца на момент смерти [13]. Эти данные еще раз подтверждают влияние коронавируса на сердечно-сосудистую систему, а также вероятность долгосрочных негативных последствий на здоровье переболевших.

Для оценки функции сердца в настоящее время большое внимание уделяется эхокардиографии, в том числе тканевого доплера с изучением деформации (жизнеспособности) миокарда, позволяющего количественно оценить глобальную и сегментарную скорость движения миокарда. Использование этой более чувствительной методики, а также применение ХМЭКГ дает возможность выявления поражений сердца и аритмий у пациентов после перенесенной коронавирусной инфекции.

В связи с этим **целью** нашего исследования явилось изучение морфо-функциональных изменений, частоты и характера нарушений ритма сердца у пациентов легкой и среднетяжелой формой коронавирусной инфекции (COVID 19).

Материалы и методы. 40 больным, леченным в моногоспитале г. Читы (Городская клиническая больница № 1) по поводу коронавирусной инфекции в мае и июне 2020 года, через 3 месяца (медиана составила 98 дней) после постановки соответствующего диагноза провели исследование сердца: Эхо КГ на аппарате Vivid E95, суточное мониторирование ЭКГ. Средний возраст больных составил 35,7 (23,5;42) лет.

Вирусный генез поражения был лабораторно подтвержден (носоглоточный ПЦР РНК коронавируса SARS-CoV -2 положительный). Все переболевшие коронавирусной инфекцией хронические заболевания сердечно-сосудистой системы отрицали. Пациентов разделили на 2

группы: 1-ая группа без осложнений (с поражением верхних дыхательных путей) (21 пациент), лечились амбулаторно (по данным КТ поражения легких выявлено не было); 2-ая – с осложнением двухсторонней, полисегментарной, вирусно-бактериальной пневмонией КТ 1 (до 25% – 15 человек) и КТ 2 (25-50% – 4 пациента). Средний возраст больных 1-ой группы составил 35,5 (23; 43) года, 2-ой 36 (27; 42,5) лет. У всех пациентов 2-ой группы по данным КТ было двухстороннее поражение легких, наблюдались умеренные фиброзные и интерстиционные изменения, плевропульмональные спайки, а также единичные периферические уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла» неправильной формы, размерами от 25 до 55 мм с умеренно выраженными участками консолидации, которые располагались преимущественно в базальных сегментах легких. В средостении отмечались единичные умеренно увеличенные лимфоузлы. Пациенты 1-ой группы принимали противовирусные препараты, витамин С, диазолин. Больные 2-ой группы получали антибиотики группы макролидов, цефалоспорины III поколения (per os / внутривенно), антикоагулянты, противовирусные препараты, отхаркивающие, 17 (58%) пациентам был назначен гидроксихлорохин по схеме.

Контрольную группу составили 22 здоровых добровольца соответствующего возраста без признаков заболевания сердца. В исследование не включали пациентов старше 42 лет, лиц с заболеваниями сердца и тяжелой сопутствующей патологией.

Выполняли доплер-эхокардиографию по стандартной методике на аппарате «VIVID E95». Тканевую миокардиальную доплер-эхокардиографию проводили из апикального доступа на уровне двух, четырех камер, доплеровский спектр регистрировали от фиброзных колец митрального, трикуспидального клапанов и сегментов желудочков, рассчитывали следующие индексы: Sm – систолическое сокращение миокарда, максимальную скорость первого негативного пика Em, максимальную скорость второго негативного пика Am, отношение Em/Am, время перед сокращением миокарда IVS, время релаксации IVR.

Регионарную продольную деформацию и скорость деформации миокарда ЛЖ исследовали методом не-доплеровского режима двухмерной серошкальной деформации. Исследование проводили из верхушечного доступа в позиции по длинной оси, регистрировали миокард ЛЖ с оптимальной визуализацией всех сегментов, с частотой кадров от 50 до 80 в секунду, при стабильной регистрации ЭКГ. Четко трассировали эндокард, эпикардиальная поверхность трассировалась автоматически. Программа автоматически рассчитывала от кадра к кадру смещение картины пятен в пределах зоны интереса на протяжении всего сердечного цикла. После оптимизации зоны интереса программным обеспечением генерировались кривые стрейна для каждого сегмента.

Холтеровское мониторирование ЭКГ проводили при помощи комплекса «Astrocard». Анализ показателей ВРС проводился в соответствии с рекомендациями Европейского общества кардиологов и Северо-Американского общества по электростимуляции и электрофизиологии. ВРС изучали на основе статистического анализа полученного при холтеровском мониторировании 24-часовой записи ЭКГ с расчетом следующих показателей: 1) временных: средней частоты сокращений сердца в 1 мин, стандартного отклонения от средней продолжительности синусовых интервалов RR (SDNN), среднего стандартного отклонения RR всех 5-минутных фрагментов записи (SDANN), средней стандартных отклонений от средних значений длительности интервалов RR всех 5-минутных участков записи ЭКГ (индекс SDNN), среднеквадратического отклонения средней суммы квадратов различий между продолжительностью соседних интервалов RR (RMSSD), процента последовательных интервалов RR, различающихся более чем на 50 мс (pNN50); 2) спектральных, полученных с помощью быстрого преобразования Фурье: мощности спектра ВРС в диапазоне высоких частот (0,15–0,40 Гц) – HF, мощности спектра ВРС в диапазоне низких частот (0,04–0,15 Гц) – LF, отношения LF/HF.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета статистических программ Statistica 10,0. Распределение практически всех вариационных рядов не подчинялось критериям нормальности, поэтому в анализе применялись методы

непараметрической статистики. Для оценки различия между группами использовали непараметрический критерий Манна-Уитни. Корреляционный анализ выполнен с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Различия между группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. При обследовании пациентов через 98 (92; 103) дней после постановки диагноза COVID-19, практически у всех больных с легким течением 16 (84,2%) и умеренной тяжестью заболевания 17 (89,4%) были жалобы на астенический синдром, усталость, снижение работоспособности, нарушение сна. Боли в области сердца отмечали 3 (14,2%) пациента с легким течением заболевания и 7 (36,8) больных, перенесших пневмонию; на одышку смешанного характера жаловались 5 (23,8%) и 13 (68,4%) пациентов, соответственно. Артериальная гипертензия установлена у 3 (14,2%) пациентов, перенесших заболевание в легкой степени и у 3 (15,7%) – средней степени тяжести.

По данным ЭхоКГ, структурные показатели левого и правого желудочков, глобальная сократительная способность у пациентов 1-ой и 2-ой групп статистически значимо не отличались от параметров контрольной группы. Между тем, такие параметры, как пиковая диастолическая скорость А на трикуспидальном клапане, скорость и пиковый градиент трикуспидальной регургитации во 2-ой группе увеличивались, а отношение Е/А, напротив снижалось (таб. 1, $p < 0,001$). Такая же тенденция прослеживалась при изучении диастолической функции правого желудочка методом тканевой ДЭхоКГ. Так, параметр диастолического наполнения Am в 1-й и 2-й группах увеличивался в сравнении с контролем на 14% и 19%, соответственно, а отношение Em/Am снижалось на 25% и 34%, соответственно, $P < 0,001$. Установленные изменения позволяют предположить нарушение диастолической функции правого желудочка, усиливающееся при увеличении тяжести заболевания. При изучении диастолической функции левого желудочка методом тканевого доплеровского исследования у больных, перенесших пневмонию, было выявлено снижение отношения Em/Am в сравнении с контрольной и 1-й группой на 16% и 13%, соответственно. Увеличивалось время изоволюметрического сокращения и расслабления у больных 1-й и 2-й групп в сравнении со здоровыми лицами на фиброзных кольцах митрального и трикуспидального клапанов, $p < 0,001$. Причем у пациентов 2-й группы, в сравнении с 1-й, сегментарное время изоволюметрического сокращения было выше на фиброзном кольце митрального клапана (таб.1, $p < 0,001$). Систолическое давление в легочной артерии у пациентов со средней степенью тяжести было выше по сравнению с контрольной группой и составило 35,8 [25,9; 36,8] мм рт. ст. Увеличивался диаметр нижней полой вены у пациентов обеих групп в сравнении с контрольной группой. У 5 (26,3%) пациентов 2-ой группы и 2 (10,5%) 1-ой отмечалось вовлечение в воспалительный процесс перикарда, по данным ЭхоКГ было выявлено незначительное количество свободной жидкости в полости перикарда.

Таблица 1

Данные доплер-эхокардиографии, холтеровского мониторингирования ЭКГ у пациентов, перенесших COVID-19

Показатели	Контроль n=20	1-я группа n=31	2-я группа n=27
ТК А	0,29 (0,27;0,31)	0,33 (0,32;0,41)*	0,41 (0,38;0,48)*
ТК Е/А	1,73 (1,51;2,01)	1,5 (1,24;1,63)*	1,29 (0,93;1,45)*
Давление в ЛА, мм. рт. ст.	27,3 (22,1;32,3)	29,4 (22,9;33,1)*	35,8 (25,9;36,8)*
ФКТК Am, мм	0,13 (0,11;0,14)	0,15 (0,11;0,18)*	0,16 (0,12;0,18)*
ФКТК Em/Am	1,21 (1,09;1,31)	0,91 (0,90;1,36)*	0,8 (0,65;1,06)*, **
IVS, мс (ФК ТК)	67,3[62,5;72,4]	81,5[73;82]*	82[72,7;94,5]**
Е/Em ФКТК	3,9 (2,7;4,3)	4,5 (3,2;4,8)	4,6 (3,8;4,9)*
Объем ПП мл/м2	21,3 (18,4;22,8)	21,8 (20,7;25,5)	22,5 (18,9;23,3)
ПЖ, мм	27 (22,1;32,3)	29,4 (22,9;33,1)*	32,8 (25,3;35,8)*
НПВ, мм	17,3 (15,2;20,1)	20,5 (12,4;21,3)*	21,9 (15,3;22,4)*
ФКМК Em, см/с	11,3 (9,1;15,4)	9 (5,11;9,18)*	8,16 (7,12;9,18)*, **
ФКМК Em/Am	1,3 (1,2;1,77)	1,36 (1,04;1,7)	1,1 (0,8;1,36)*, **

МК Е/А	1,3 (1,2;1,8)	1,15 (1,07;1,5)	1,1 (0,82;1,6)
Е/Em	6,13 (5,11;7,14)	6,15 (5,11;7,18)	7,16 (7,12;9,18)
Индексированный объем ЛПмл/м ²	22,5 (20,75;25,5)	22,5 (20,75;25,5)*	21,8 (20,4;24,1)*
SDNN	136 (122;177)	121 (107;173)*	104 (97;197)*
LfHf	2,57 (2,49;3,6)	3,39(2,5;3,9)*	5,5(2,9;11)*

Примечание: ТК А – поздняя диастолическая скорость трикуспидального клапана, VTP, см/с – максимальная скорость трикуспидальной регургитации, ГД ТР мм рт ст – максимальный градиент давления трикуспидальной регургитации, давление в ЛА, мм. рт. ст. – систолическое давление в легочной артерии, ФКТК и ФКМК – фиброзное кольцо митрального и трикуспидального клапанов, IVS и IVR (ФК ТК) – время изоволюметрического сокращения и расслабления на фиброзном кольце трикуспидального клапана. * – статистическая значимость различий по сравнению с контрольной группой (P<0,001), ** – статистическая значимость различий по сравнению с 1-й группой (P<0,001).

При изучении продольной деформации миокарда левого желудочка методом SpeckleTracking отмечалось снижение регионарной скорости в базальных сегментах (перегородочном, передне-перегородочном) и заднем сегментах у пациентов обеих групп в сравнении с контрольной группой $p<0,001$. У больных 2-ой группы также выявлено снижение регионарной скорости в базальном сегменте нижней стенки, в средних сегментах (перегородочном, передне-перегородочном, переднем, боковом), а также заднем сегменте левого желудочка. Причем у пациентов 2-й группы в перегородочном и передне-перегородочном сегментах сегментарная систолическая скорость была ниже, чем у больных 1-й группы $p<0,001$. Согласно рекомендациям Американского общества ЭХОКГ, выявленные участки со сниженными регионарными скоростями соответствуют территории кровоснабжения передней межжелудочковой ветви и правой коронарной артерии и, возможно, свидетельствуют о нарушении регионарной функции левого желудочка, что является маркером ишемии миокарда, появляющейся еще до глобальных систолических и диастолических изменений (рис. 1, таб. 2).

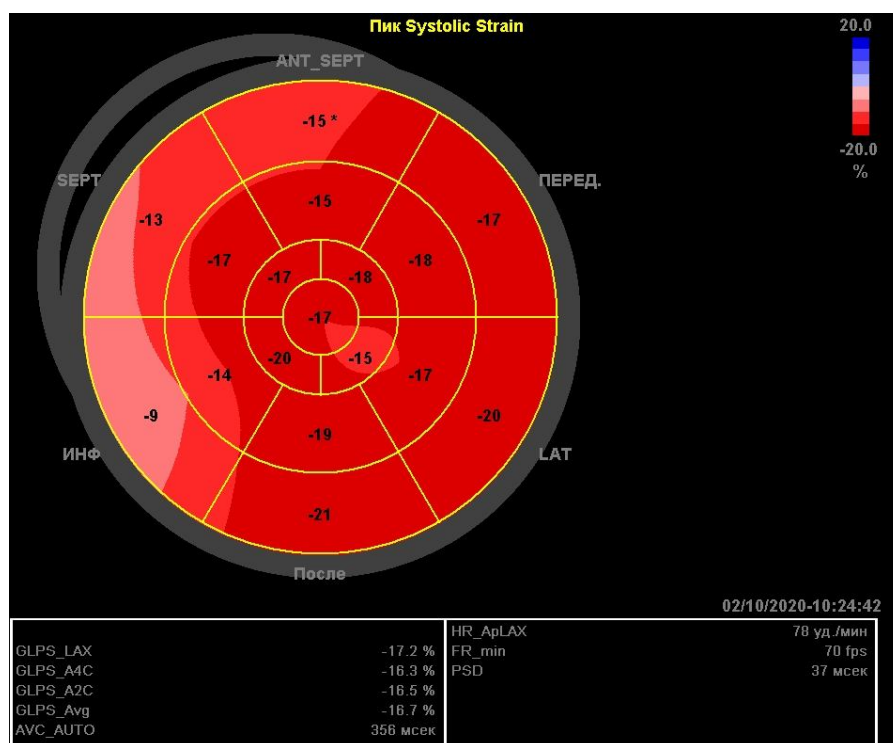


Рис. 1. Представлена регионарная диастолическая деформация в режиме «Bull'sEye» («бычий глаз») у пациента 2-ой группы, перенесшего COVID-19. Отчетливо видно снижение регионарной систолической функции в базальном и среднем перегородочных, базальном передне-перегородочном и базальном переднем сегментах левого желудочка.

Таблица 2

Показатели продольной деформации левого желудочка у больных после перенесенной коронавирусной инфекции (в %)

Показатели	Контроль n=20	1-я группа n=31	2-я группа n=27
Перегородочные:			
базальный	-21 [-19;-24,5]	-17 [-16;-20]*	-16,5 [-14;-19,7]*,**
средний	-21 [-19;-22]	-21 [-15;-18]	-14,5 [-12,7;-17,2]*
верхушечный	-22 [-19;-22,5]	-22 [-19;-22]	-19 [-16,7;-19]
Передне-перегородочные:			
базальный	-21 [-19,5;-23]	-17 [-16;-19]*	-16,5 [-16;-19,7]*,**
средний	-21 [-19;-22]	-18 [-17;-21,05]	-14,5 [-11,7;-18]*
верхушечный	-21 [-19,5;-21]	-20 [-18;-21]	-18,5 [-15,7;-18,9]
Передние:			
базальный	-22 [-19,5;-24,5]	-22 [-17;-20]	-18,5 [-14,7;-20,2]
средний	-22 [-19,5;-24,5]	-24 [-18;-21]	-17,5 [-17,2;-19,7]*
верхушечный	-23 [-19,5;-24,5]	-21 [-20;-21]	-18,5 [-17,2;-19]
Боковой:			
базальный	-23 [-20,5;-25,5]	-19 [-18;-22]	-19,5 [-16,5;-21]
средний	-21 [-19;-24]	-17 [-20;-21]	-13 [-10,5;-14,7]*
Задний:			
базальный	-18 [-17;-21]	-15 [-16;-20]*	-15,4 [-15;-20,7]*
средний	-20 [-18,5;-21]	-18 [-16;-18]	-16 [-13,2;-18,7]*
Нижний:			
базальный	-20 [-18,5;-21]	-18 [-16;-18]	-16 [-13,2;-18,7]*
средний	-21 [-19;-24]	-18,6 [-17;-21]	-18,3 [-10,5;-18,7]
Avg	-21 [-19,6;-22,5]	-20,8 [-18,1;-20,9]	-21 [-20,8;-22,1]

Примечание: A2C, A4C, LAX - систолический стрейн в позиции на 2 и 4 камеры, по длинной оси из верхушечного доступа. Avg - глобальный систолический стрейн; * – статистическая значимость различий по сравнению с контрольной группой (P<0,001).

По данным холтеровского мониторирования ЭКГ, у больных 2-ой группы нарушения ритма и проводимости сердца были представлены чаще всего наджелудочковой экстрасистолой (63,1%), желудочковой экстрасистолой (36,8%), мерцательной аритмией (5%), неустойчивой наджелудочковой тахикардией (10,5%), у некоторых пациентов установлено удлинение интервала QT (15,7%). Кроме того, в этой группе отмечается снижение показателя общей вариабельности ритма сердца SDNN, повышение Lf/Hf, что, вероятно, свидетельствует о смещении вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела ВНС (таб. 2). У пациентов 1-ой группы выявлена наджелудочковая (19%) и желудочковая (9,5%) экстрасистолия, неустойчивая наджелудочковая тахикардия (9,5%).

При проведении анализа корреляционных взаимосвязей между параметром активности коронавируса (+) РНК и структурно-функциональными показателями миокарда, было установлено, что (+) РНК коррелировал с отношением пиковых диастолических скоростей на фиброзном кольце трикуспидального клапана Em/Am ($r=0,75$, $p<0,001$), давлением в легочной артерии ($r=0,60$, $P<0,001$) и регионарной скоростью базального сегмента МЖП ($r=0,91$, $p<0,001$). Возможно, активность коронавируса способствует нарушению структуры и функции сердца с повышением давления в легочной артерии.

Обсуждение. Таким образом, через 3 месяца после постановки диагноза COVID-19 сердечно-сосудистые нарушения были выявлены у 15 (71%) пациентов легкой степени (с поражением верхних дыхательных путей) и 18 (95%) - средней степени тяжести (с поражением легких). Возможно, после проникновения вируса в верхние дыхательные пути у пациентов с легким течением заболевания возникает ранний ответ иммунной системы на

возбудитель. Сильная иммунная реакция сдерживает инфекцию, однако поражение сердца все же возникает, что проявляется снижением ранней диастолической и повышением поздней диастолической скоростей правого желудочка, дилатацией нижней полой вены, снижением скоростей регионарной деформации миокарда базальных сегментов перегородочной, передне-перегородочной области, задней стенки левого желудочка, а также нарушением ритма и проводимости сердца. У больных, перенесших двухстороннюю пневмонию, структурно-функциональные нарушения сердца были существенно более выражены: выявлено больше сегментов со снижением регионарной скорости деформации миокарда, помимо базальных и перегородочных сегментов снижались скоростные параметры в медиальных передне-перегородочных, а также заднем сегменте левого желудочка. Нарушалась диастолическая функция правого желудочка, а также отмечено повышение давления в легочной артерии. Нарушение регионарной сократимости ЛЖ у пациентов с перенесенной коронавирусной инфекцией, возможно, происходит вследствие эндотелиальной дисфункции и поражения мелких коронарных сосудов, активации факторов воспаления, а также в результате непосредственного действия вирусов на кардиомиоциты с формированием фиброза, что может проявляться повышенной жесткостью миокарда с ослаблением регионарной сократительной способности миокарда ЛЖ. Между тем, снижение вагусного контроля, нарушение метаболизма миокарда, повышенная его жесткость способствует возникновению нарушения ритма и проводимости сердца, в происхождении которых немаловажную роль может играть и применение для лечения препаратов токсичных для сердца таких, как гидроксихлорохин, противовирусные препараты, некоторые антибиотики, вызывающих удлинение интервала QT с развитием желудочковых аритмий [1, 5, 6]. При проведении корреляционного анализа установлена достоверная положительная корреляционная связь между параметром (+) РНК и структурно-функциональными показателями миокарда, что не исключает прямого токсического влияния коронавируса на миокард с нарушением его структуры и функции.

Выводы. Таким образом, поражение сердечно-сосудистой системы после перенесенной коронавирусной инфекции возникает у 71% пациентов легкой степени и 95% средней степени тяжести и характеризуются снижением скоростей регионарной деформации миокарда ЛЖ, а также нарушениями ритма сердца. У больных, перенесших пневмонию, данные изменения были более выражены и сопровождались дополнительно структурно-функциональными расстройствами в виде нарушения диастолической функции правого желудочка и повышением давления в легочной артерии.

Список литературы:

1. Wei Z.Y., Qian H.Y., Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi. Myocardial injury in patients with COVID-19 pneumonia. 2020 Mar 2. 48(0). E006. doi: 10.3760/cma.j.issn.cn112148-20200220-00106.
2. He X.W., Lai J.S., Cheng J., Wang M.W., Liu Y.J., Xiao Z.C., Xu C., Li S.S., Zeng H. S. Zhonghua Xin Xue Guan Bing ZaZhi. Impact of complicated myocardial injury on the clinical outcome of severe or critically ill COVID-19 patients. 2020 Jun 24. 48(6). 456-460. doi: 10.3760/cma.j.cn112148-20200228-00137.
3. Wang H., Li Y.Y., Chai K., Zhang W., Li X.L., Dong Y.G., Zhou J.M., Huo Y., Yang J.F. Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi. Contemporary epidemiology and treatment of hospitalized heart failure patients in real clinical practice in China. 2019 Nov 24. 47(11). 865-874. doi: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2019.11.004.
4. Peng Y.D., Meng K., Guan H.Q., Leng L., Zhu R.R., Wang B.Y., He M.A., Cheng L.X., Huang K., Zeng Q.T. Zhonghua Xin Xue Guan Bing ZaZhi. Clinical characteristics and outcomes of 112 cardiovascular disease patients infected by 2019-nCoV. 2020 Jun 24. 48(6). 450-455. doi: 10.3760/cma.j.cn112148-20200220-00105.

5. Потешкина Н.Г., Лысенко М.А., Ковалевская Е.А. и др. Кардиальное повреждение у пациентов с коронавирусной инфекцией COVID-19. Артериальная гипертензия. 2020. 26(3). 277-287. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2020-26-3-277-287>
6. Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y. et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020. 395(10223). 497-506. [https://doi.org/10.1016/S01406736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S01406736(20)30183-5)
7. Guo T., Fan Y., Chen M., Wu X., Zhang L., He T. et al. Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol*. 2020. e201017. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.1017>
8. Shi S., Qin M., Shen B., Cai Y., Liu T., Yang F. et al. Association of cardiac injury with mortality in hospitalized patients with COVID-19 in Wuhan, China. *JAMA Cardiol*. 2020. e200950. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.0950>
9. Yuan X., Yu Y., Xu J., Shu H., Xia J., Hetal L. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med*. 2020. 8(5). 475-481. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30079-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30079-5)
10. Guo T., Fan Y., Chen M., Wu X., Zhang L., He T., Wang H., Wan J., Wang X., Lu Z. Cardiovascular Implications of Fatal Outcomes of Patients With Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol*. 2020 Jul 1; 5(7). 811-818. doi: 10.1001/jamacardio.2020.1017.
11. Коган Е.А., Березовский Ю.С., Благова О.В. и др. Миокардит у пациентов с COVID -19, подтвержденный результатами иммуногистохимического исследования. Кардиология. 2020. 60 (7). 4-10. <https://doi.org/10.18087/cardio.2020.7.n1209>
12. Puntmann V.O., Carerj M.L., Wieters I., Fahim M., Arendt C., Hoffmann J., Shchendrygina A., Escher F., Vasa-Nicotera M., Zeiher A.M., Vehreschild M., Nagel E. Outcomes of Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging in Patients Recently Recovered From Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol*. 2020 Jul 27. e203557. doi: 10.1001/jamacardio.2020.3557.
13. Lindner D., Fitzek A., Bräuninger H., Aleshcheva G., Edler C., Meissner K., Scherschel K., Kirchhof P., Escher F., Schultheiss H.-P., Blankenberg S., Püschel K., Westermann D. Association of Cardiac Infection With SARS-CoV-2 in Confirmed COVID-19 Autopsy Cases. *JAMA Cardiol*. 2020 Jul 27. e203551. doi: 10.1001/jamacardio.2020.3551

References

1. Wei Z.Y., Qian H.Y., Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi. Myocardial injury in patients with COVID-19 pneumonia. 2020 Mar 2. 48(0). E006. doi: 10.3760/cma.j.issn.cn112148-20200220-00106.
2. He X.W., Lai J.S., Cheng J., Wang M.W., Liu Y.J., Xiao Z.C., Xu C., Li S.S., Zeng H. S. Zhonghua Xin Xue Guan Bing ZaZhi. Impact of complicated myocardial injury on the clinical outcome of severe or critically ill COVID-19 patients. 2020 Jun 24. 48(6). 456-460. doi: 10.3760/cma.j.cn112148-20200228-00137.
3. Wang H., Li Y.Y., Chai K., Zhang W., Li X.L., Dong Y.G., Zhou J.M., Huo Y., Yang J.F. Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi. Contemporary epidemiology and treatment of hospitalized heart failure patients in real clinical practice in China. 2019 Nov 24. 47(11). 865-874. doi: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2019.11.004.
4. Peng Y.D., Meng K., Guan H.Q., Leng L., Zhu R.R., Wang B.Y., He M.A., Cheng L.X., Huang K., Zeng Q.T. Zhonghua Xin Xue Guan Bing ZaZhi. Clinical characteristics and outcomes of 112 cardiovascular disease patients infected by 2019-nCoV. 2020 Jun 24. 48(6). 450-455. doi: 10.3760/cma.j.cn112148-20200220-00105.
5. Poteshkina N.G., Lysenko M.A., Kovalevskaya E.A. et al. Cardiac damage in patients with COVID-19 coronavirus infection. Arterial'naya Gipertenziya (Arterial Hypertension). 2020. 26(3). 277-287. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2020-26-3-277-287>. in Russian.

6. Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y. et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020. 395(10223). 497-506. [https://doi.org/10.1016/S01406736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S01406736(20)30183-5).
7. Guo T., Fan Y., Chen M., Wu X., Zhang L., He T. et al. Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol*. 2020. e201017. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.1017>
8. Shi S., Qin M., Shen B., Cai Y., Liu T., Yang F. et al. Association of cardiac injury with mortality in hospitalized patients with COVID-19 in Wuhan, China. *JAMA Cardiol*. 2020. e200950. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.0950>
9. Yuan X., Yu Y., Xu J., Shu H., Xia J., Hetal L. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med*. 2020. 8(5). 475-481. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30079-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30079-5).
10. Guo T., Fan Y., Chen M., Wu X., Zhang L., He T., Wang H., Wan J., Wang X., Lu Z. Cardiovascular Implications of Fatal Outcomes of Patients With Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol*. 2020 Jul 1; 5(7). 811-818. doi: 10.1001/jamacardio.2020.1017.
11. Kogan E.A., Berezovskiy Yu.S., Blagova O.V. et al. Miocarditis in Patients with COVID-19 Confirmed by Immunohistochemical. *Kardiologia*. 2020. 60(7). 4-10. <https://doi.org/10.18087/cardio.2020.7.n1209>. in Russian.
12. Puntmann V.O., Carerj M.L., Wieters I., Fahim M., Arendt C., Hoffmann J., Shchendrygina A., Escher F., Vasa-Nicotera M., Zeiher A.M., Vehreschild M., Nagel E. Outcomes of Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging in Patients Recently Recovered From Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol*. 2020 Jul 27. e203557. doi: 10.1001/jamacardio.2020.3557.
13. Lindner D., Fitzek A., Bräuninger H., Aleshcheva G., Edler C., Meissner K., Scherschel K., Kirchhof P., Escher F., Schultheiss H.-P., Blankenberg S., Püschel K., Westermann D. Association of Cardiac Infection With SARS-CoV-2 in Confirmed COVID-19 Autopsy Cases. *JAMA Cardiol*. 2020 Jul 27. e203551. doi: 10.1001/jamacardio.2020.3551