Состояние сердца у реконвалесцентов геморрагической лихорадки с почечным синдромом по данным эхокардиографии

Манахов К.М.^{1*}, Царенко О.Е.¹, Чевпьянская О.Н.¹, Багаутдинова Л.И.¹,
Мельников А.В.¹, Малинин О.В.¹, Дударев М.В.¹, Сарксян Д.С.¹,
Платонов А.Е.², Малеев В.В.²

¹ Ижевская государственная медицинская академия, Ижевск, Россия

² Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии Роспотребнадзора, Москва, Россия

Цель. Изучить морфофункциональные параметры сердца у реконвалесцентов геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС) с использованием эхокардиографии.

Материал и методы. Проведено обследование 27 пациентов, ранее не имевших хронических заболеваний, перенесших ГЛПС в средней или тяжелой форме (основная группа) в течение 3 нед после выписки из инфекционного стационара. Группа контроля состояла из 19 человек, сопоставимых по возрасту и полу относительно основной группы, не имевших хронических заболеваний в анамнезе. Всем пациентам проводилась трансторакальная эхокардиография с использованием тканевого доплера и недоплеровской оценкой продольной систолической деформации левого желудочка (speckle-tracking).

Результаты. У 15 (55,6%) обследованных зафиксировано снижение продольной пиковой систолической деформации левого желудочка, которое в 29,6% (n=8) случаях сочеталось с нарушением диастолического наполнения левого желудочка. Выявлены недостаточность митрального и трикуспидального клапанов 1 степени соответственно у 11 (40,7%) и 4 (14,8%) реконвалесцентов ГЛПС; у 2 (7,4%) пациентов обнаружен перикардиальный выпот. У 7 (25,9%) пациентов на третьей неделе после стационарного этапа лечения регистрировались дополнительные подвижные эхо-сигналы на створках и фиброзном кольце аортального клапана, что было расценено как проявление тромбоэндокардита.

Заключение. Выявленные у перенесших ГЛПС эхокардиографические изменения требуют дальнейшего изучения для оценки их прогностического значения (в том числе, риска развития тромбоэмболических осложнений); целесообразно включение эхокардиографии в число обязательных методов обследования в рамках диспансерного наблюдения за реконвалесцентами ГЛПС.

Ключевые слова: геморрагическая лихорадка с почечным синдромом, эхокардиография, тромбоэндокардит.

Для цитирования: Манахов К.М., Царенко О.Е., Чевпьянская О.Н., Багаутдинова Л.И., Мельников А.В., Малинин О.В., Дударев М.В., Сарксян Д.С., Платонов А.Е., Малеев В.В. Состояние сердца у реконвалесцентов геморрагической лихорадки с почечным синдромом по данным эхокардиографии. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии* 2021;17(3):450-455. DOI:10.20996/1819-6446-2021-06-16.

Heart Condition in Convalescents of Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome According to Echocardiography Data

Manakhov K.M.^{1*}, Tsarenko O.E.¹, Chevplyanskaya O.N.¹, Bagautdinova L.I.¹, Melnikov A.V.¹, Malinin O.V.¹, Dudarev M.V.¹, Sarksyas D.S.¹,
Platonov A.E.², Maleev V.V.²

¹ Izhevsk state medical academy, Izhevsk, Russia

² Central research Institute of epidemiology, Moscow, Russia

Aim. To study the morpho-functional parameters of the heart in convalescents of hemorrhagic fever with renal syndrome (HFRS) using echocardiography.

Material and methods. The study included 27 patients without any chronic diseases who had severe or moderate HFRS (the main group) within 3 weeks after their discharge from the infection diseases hospital. The reference group consisted of 19 patients comparable by age and gender, without any chronic diseases. Transthoracic echocardiography was the basic method of heart and hemodynamics investigation. The test was performed using tissue Doppler and non-Doppler assessment of left ventricle systolic deformation method (speckle-tracking method).

Results. Violation of longitudinal systolic deformation of the left ventricle was observed in 15 (55.6%) patients, which was combined with diastolic left ventricle filling by the type of relaxation violation in 8 (29.6%) cases. Mitral valve insufficiency of 1 degree was identified in 11 (40.7%) HFRS patients, insufficiency of the tricuspid valve of 1 degree was identified in 4 (14.8%) patients. Pericardial effusion was detected in 2 (7.4%) patients. In 7 (25.9%) patients in the first 3 weeks after discharge from the hospital, additional floating echoes were detected on the leaves and fibrous ring of the aortic valve, which were considered as a manifestation of thromboendocarditis.

Conclusion. Further investigation is necessary to assess the prognostic value (including the risk of thromboembolic complication developing) of the changes revealed in HFRS convalescents and to support the inclusion of echocardiography in the examination program during dispensary observation of HFRS-convalescents.

Keywords: hemorrhagic fever with renal syndrome, echocardiography, thromboendocarditis.

For citation: Manakhov K.M., Tsarenko O.E., Chevplyanskaya O.N., Bagautdinova L.I., Melnikov A.V., Malinin O.V., Dudarev M.V., Sarksyas D.S., Platonov A. E., Maleev V.V. Heart Condition in Convalescents of Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome According to Echocardiography Data. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2021;17(3):450-455. DOI:10.20996/1819-6446-2021-06-16.

*Corresponding Author (Автор, ответственный за переписку): kmanakhov@yandex.ru

Received/Поступила: 25.02.2020

Accepted/Принята в печать: 18.05.2020

Введение

Изменения сердечно-сосудистой системы при геморрагической лихорадке с почечным синдромом (ГЛПС) вносят весомый вклад в клиническую картину заболевания. Клинически кардиоваскулярная патология у больных ГЛПС может проявляться развитием болей в области сердца и одышки [1-3]. Происходят электрофизиологические изменения сердца в виде аритмий: тахи- или брадикардия, предсердная и желудочковая экстрасистолия, атриовентрикулярная блокада 1 степени, редко – синоаурикулярная блокада и пароксизмы фибрилляции предсердий [1-3]. На патологические изменения со стороны сердца указывает и повышение N-терминального предшественника мозгового натрийуретического пептида в олигурический период [4]. Наиболее доступной визуализирующей методикой оценки состояния сердца при ГЛПС является эхокардиография (ЭХОКГ) [1,2,5]. В олигурической фазе ГЛПС выявлено повышение давления в легочной артерии, зафиксировано снижение фракции выброса левого желудочка (ЛЖ) и нарушение сократимости миокарда левого предсердия [2]. В периоды полиурии и реконвалесценции возможно формирование диастолической дисфункции ЛЖ [4,6]. В контексте значимости сердечно-сосудистых изменений при ГЛПС особого внимания заслуживают данные, свидетельствующие о высоком риске коронарных и мозговых сосудистых катастроф после перенесенного заболевания [7].

Причинами развития выявленных изменений у больных ГЛПС, вероятно, являются генерализованная дисфункция эндотелия (один из ключевых патогенетических звеньев заболевания), нарушения в системе свертывания крови, а также – стойкая системная воспалительная реакция [8-10].

Следует отметить, что методика ЭХОКГ непрерывно совершенствуется, что существенно расширяет спектр ее диагностических возможностей, открывает перспективу принципиально новых направлений исследования. В частности, импульсно-волновой режим тканевой доплерографии позволяет оценить движение любых структур сердца, в том числе, и фиброзных колец атриовентрикулярных клапанов. Современный режим тканевого доплера – постпроцессинговая количественная обработка двухмерной кинопетли скоростей, а именно – режим анализа деформации миокарда (strain) – позволяет оценить продольную сократимость миокарда [11,12].

Цель работы: изучить морфофункциональные параметры сердца у реконвалесцентов ГЛПС с использованием ЭХОКГ.

Материал и методы

В исследование включались больные ГЛПС поступивших в стационар Республиканской клинической

инфекционной больницы (г. Ижевск) в первые 48 ч, переносивших заболевание в средней и тяжелой степени тяжести, молодого и среднего возраста, не имевших ранее (по данным анализа медицинской документации) патологии системы кровообращения и почек. Все пациенты проходили обследование и лечение в соответствии с клиническими рекомендациями по ГЛПС [13]. Критериями исключения являлись легкая степень тяжести заболевания и впервые выявленные хронические заболевания системы кровообращения и почек в процессе обследования. ЭХОКГ проведена 27 больным среднетяжелой и тяжелой форм ГЛПС (основная группа) в течение 3 нед после выписки из стационара. Группа контроля состояла из 19 практически здоровых лиц, не имевших хронических заболеваний в анамнезе.

Трансторакальная ЭХОКГ проводилась в соответствии с рекомендациями европейской и Американской ассоциации эхокардиографии на ультразвуковом аппарате Vivid 7 Dimension (GE Healthcare, США) матричным секторным датчиком M4S с фазированной решеткой и частотой сканирования 1,5-4,3 МГц. В М-модальном режиме измерялись: конечно-диастолический размер ЛЖ (КДР ЛЖ, мм), конечно-систолический размер ЛЖ (КСР ЛЖ, мм). Рассчитывалась относительная толщина стенки ЛЖ (ОТС ЛЖ), конечно-диастолический объем ЛЖ (КДО ЛЖ), конечно-систолический объем ЛЖ (КСО ЛЖ), фракция изгнания (ФИ) по L. Teichholtz, масса миокарда ЛЖ (согласно рекомендациям Американской ассоциации эхокардиографии, ASE), индекс массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ). Объемы предсердий рассчитывались методом площадь-длина, объемы ЛЖ в диастолу и систолу по методу Simpson. Из апикального доступа в четырехкамерной позиции сердца в режиме импульсно-волнового доплера измерялись показатели кровотока на митральном (МК) и трикуспидальном клапанах (ТК): скорости раннего диастолического наполнения ЛЖ, ПЖ – VE (см/сек), скорости предсердного диастолического наполнения ЛЖ, ПЖ – VA (см/сек), время замедления раннего диастолического наполнения ЛЖ dTE (мс), время изоволюмического расслабления ЛЖ (IVRT), соотношение скоростей раннего и предсердного наполнения ЛЖ (Ve/VA). В режиме цветового доплера оценивались наличие и степень регургитации на клапанах сердца, постоянно-волновым доплером измерялась скорость регургитации на трикуспидальном клапане (ТК).

С использованием тканевого доплерографического исследования в импульсно-волновом режиме измерялись скорости движения латеральной части фиброзных колец митрального (МК) и трикуспидального (ТК) клапанов в систолу (s) и фазы раннего (e') и предсердного (a') диастолического наполнения, дополнительно определялась скорость движения меди-

альной части фиброзного кольца МК в фазу раннего наполнения диастолического наполнения, рассчитывалась усредненная скорость движения фиброзного кольца МК в фазу раннего диастолического наполнения (E').

Тип диастолического наполнения ЛЖ определялся в соответствии с рекомендациями Американской ассоциации эхокардиографии 2016 г. [14].

Рассчитывалось давление заклинивания легочной артерии (ДЗЛА) по формуле:

ДЗЛА = $1,9 + 1,24 \times (V_{EMK} / e'_{MK})$ [15]. Давление в правом предсердии (ДПП) рассчитывалось по формуле: ДПП = $0,8 + 1,7 \times (E_{TK} / e'_{TK})$ [16].

С учетом градиента давления регургитации на ТК определялось систолическое давление в легочной артерии.

Продольная систолическая деформация (Longitudinal Strain) ЛЖ оценивалась с использованием интегрированной в ультразвуковом сканере рабочей станции ECHOPAC версии ВТ-08 в приложении автоматизированного создания функциональных изображений. Работа программы основана на технологии speckle tracking (отслеживание пятна). Из апикальной позиции записывались двухмерные изображения ЛЖ в пяти, четырех и двухкамерной проекциях в виде кинопетель с частотой 70-90 кадров/сек, синхронизированных с ЭКГ. В автоматическом режиме рассчитывалась систолическая продольная деформация по трем проекциям ЛЖ. По результатам анализа строилась 17-ти сегментная модель систолической продольной деформации ЛЖ со значениями пиковой продольной систолической деформации для каждого сегмента. Корректность проведенного автоматического анализа оценивалась по графикам продольной систолической деформации сегментов ЛЖ. В качестве показателя глобальной продольной систолической функции ЛЖ рассматривалась усредненная глобальная пиковая систолическая деформация (GLPS AVG).

Статистический анализ проводили с использованием программы SPSS 22.0 (IBM, США). Проводилась оценка нормальности распределения полученных результатов по критерию Шапиро-Уилка. Распределение значений изучаемых параметров было отличным от нормального, поэтому значения абсолютных показателей представлены в виде медианы (Me) и межквартильного диапазона [25%;75%]. Значимость различия между группами определялось по критерию Манна-Уитни (для количественных переменных). Критический уровень значимости p для статистических критериев принимали равным 0,05.

Результаты

В основную группу включено 27 больных средне-тяжелой и тяжелой форм ГЛПС (24 [88,9%] мужчин;

медиана возраста 42 [35;47] лет), в группу контроля – 19 практически здоровых добровольцев (15 [79,0%] мужчин; медиана возраста 37 [32;43] лет).

Эхокардиографические характеристики изучаемых групп представлены в табл. 1.

Table 1. Echocardiographic characteristics of the studied groups

Таблица 1. Эхокардиографические характеристики изучаемых групп

Параметр	Основная группа (n=27)	Контрольная группа (n=19)
КСР, мм	31,0 [28;32]	29 [26;32]
КДР, мм	52,0 [47,0;53,0]	48 [46;51]
КСО/ППТ (Teichholtz), мл/м ²	19,4 [16,6;23,1]	17,1 [14,1;22,6]
КДО/ППТ (Teichholtz), мл/м ²	67,8 [56,7;71,4]	60,57 [57,1;68,4]
ФИ, % (Teichholtz)	69,0 [64,0;73,0]	71 [66;77]
ФИ, % (Simpson)	62,0 [60,0;65,0]*	66,0 [63,0;68,0]
ОТС ЛЖ	0,36 [0,34;0,38]	0,36 [0,34;0,38]
ИММЛЖ, г/м ²	88,0 [74;99,8]	80 [71;87]
Объем ЛП/ППТ, мл/м ²	22,5 [18,2;27,1]	21,98 [18,5;26,9]
Объем ПП/ППТ, мл/м ²	19,6 [16,59;21,71]	20,3 [15,8;23,2]
DTE, мс	155 [133;170]	148 [133;178]
IVRT, мс	59 [52;67]	59 [52;67]
Е/А на МК	0,89 [0,78;1,19]***	1,48 [1,32;1,7]
E' , см/с (усредненная)	12 [10;14]***	17 [14;20]
E'/E'	5,0 [4,42;6,88]	4,83 [4,5;5,6]
Скорость трикуспидальной регургитации, м/с	1,72 [1,5;1,87]	1,78 [1,59;2,04]
GLPS AVG %	17,7 [16,0;19,1]**	19,2 [18,3;20,9]
ДЗЛА, мм.рт.ст	8,1 [7,4;10,2]	7,7 [6,9;8,7]
Рср (ПП) мм.рт.ст	7,9 [6,26;8,9]	7,6 [7,0;8,9]
Р _{sis} (ЛА) мм.рт.ст	18,6 [16,4;23,3]	22,0 [19,4;22,9]
s' ФКМК, см/с	10,0 [8,0;12,0]**	14,0 [11,0;15,0]
s' ФКТК, см/с	14,0 [12,0;16,0]	14,0 [13,0;15,0]
e'/a' ФКМК	1,27 [0,8;1,5]***	1,78 [1,57;2,0]
e'/a' ФКТК	0,87 [0,72;1,0]**	1,33 [1,0;1,67]

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ – по сравнению с контролем

ОТС ЛЖ – относительная толщина стенки левого желудочка, ИММЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка, ЛП – левое предсердие, ППТ – площадь поверхности тела, ПП – правое предсердие, DTE – время замедления раннего диастолического трансмитрального кровотока, IVRT – время изоволюмического расслабления ЛЖ, Е/А – отношение пиковой скорости раннего диастолического наполнения ЛЖ к пиковой скорости позднего диастолического наполнения ЛЖ, E' – усредненная скорость движения фиброзного кольца митрального клапана в фазу раннего диастолического наполнения, КСО – конечно-систолический объем, КДО – конечно-диастолический объем, КСР – конечно-систолический размер, КДР – конечно-диастолический размер, ФИ – фракция изгнания левого желудочка, GLPS AVG усредненная глобальная пиковая продольная систолическая деформация левого желудочка, ДЗЛА – давление заклинивания легочной артерии, Рср (ПП) – среднее давление в правом предсердии, Р_{sis} (ЛА) – систолическое давление в легочной артерии, s' ФКМК – пиковая систолическая скорость движения латеральной части фиброзного кольца митрального клапана, s' ФКТК – пиковая систолическая скорость движения латеральной части фиброзного кольца трикуспидального клапана, e'/a' ФКМК – отношение скоростей движения латеральной части фиброзного кольца МК в фазы раннего (e') и предсердного (a') диастолического наполнения, e'/a' ФКТК – отношение скоростей движения латеральной части фиброзного кольца ТК в фазы раннего (e') и предсердного (a') диастолического наполнения

Полученные значения ИММЛЖ, ОТС ЛЖ, индексированного объема предсердий, КСР и КДР ЛЖ у пациентов сравниваемых групп значимо не отличались. У 11 пациентов основной группы (41%) зафиксирована недостаточность МК 1 степени; недостаточность ТК 1 степени выявлена у 4 пациентов. Кроме того, у 2 пациентов течение ГЛПС осложнилось выпотом в перикарде. Из представленных данных (табл. 1) следует, что обе группы пациентов имели сопоставимые нормальные значения ФИ ЛЖ, но статистически значимо отличались по значению GLPS AVG. У 55,6% обследованных зафиксировано снижение GLPS AVG, которое в 29,6% случаях (у 8 пациентов) сочеталось с нарушением диастолического наполнения ЛЖ I типа (нарушение релаксации), определяемым в соответствии с рекомендованными критериями [14]: $E/A \leq 0,8$, $E/E^* \leq 10$, скорость трикуспидальной регургитации $< 2,8$ м/с, индексированный объем левого предсердия в норме или > 34 мл/м².

Особо отметим, что у 7 реконвалесцентов ГЛПС (25,9% случаев) на 3-й нед после выписки из стационара (3-5-я нед от начала заболевания) визуализировались дополнительные подвижные эхосигналы на створках и фиброзном кольце аортального клапана. У пациентов с дополнительными эхосигналами на аортальном клапане к моменту выписки из стационара регистрировались более низкие значения тромбокриты – 0,16 [0,12; 0,20] и количества тромбоцитов в периферической крови – $188 [135; 190] \times 10^9$ /л в сравнении с реконвалесцентами ГЛПС без описанных клапанных изменений – 0,24 [0,19; 0,26]; $p=0,039$ и $269,0 [198,0; 297,0] \times 10^9$ /л, соответственно ($p=0,031$).

Обсуждение

Оценка диастолического наполнения ЛЖ у реконвалесцентов ГЛПС была основана на анализе совокупности параметров, характеризующих трансмитральный кровоток, движение фиброзного кольца МК, объем левого предсердия и давление в нем, скорость регургитации на ТК, а также показатели сократительной функции ЛЖ.

В соответствии с рекомендациями Американской ассоциации эхокардиографии (2016 г.) диастолические нарушения в ряде случаев могут не в полной мере «укладываться в рамки» принятых критериев, но при наличии патологии сердечно-сосудистой системы, признаков дисфункции миокарда (снижение продольного strain) констатация «дефекта» диастолического наполнения ЛЖ представляется корректной [14]. Связь снижения сократительной функции миокарда с нарушениями диастолического наполнения ЛЖ объясняется концепцией строения сердца, предложенной F. Torrent-Guasp, согласно которой ЛЖ сформирован «мы-

шечной лентой», свернутой в виде двойной спирали, а фазность сердечного цикла обеспечивается последовательным сокращением витков спирали [17-20].

Снижение GLPS AVG, изменение диастолического наполнения ЛЖ по типу «нарушения релаксации», выпот в перикарде, недостаточность митрального и трикуспидального клапанов не исключают перенесенный данными пациентами миокардит. Разумеется, диагноз миокардита должен основываться на результатах комплекса исследований: данных магнитно-резонансной томографии (критерии Lake Louise, 2009), радионуклидных исследований, определения биохимических маркеров повреждения миокарда, антител к миокарду, в ряде случаев – эндомиокардиальной биопсии (Даллаские гистоморфологические критерии, 1986 г.) [21, 22]. Наше предположение принципиально согласуется с данными авторов, указывающих на вероятность развития миокардита у больных ГЛПС, частота которого по данным Г.А. Мухетдиновой составляет 12,5% [1, 5, 23]. В исследовании Г.А. Мухетдиновой с соавт. случаи развития миокардита диагностированы на основании динамики ЭКГ и тропонина I [1]. В исследовании, проведенном Р. Krumm с соавт., есть описание клинического случая развития миокардита при хантавирусной инфекции: на фоне типичной клинической картины и характерных лабораторных изменений пациента беспокоила одышка, боли в грудной клетке, при проведении ЭКГ наблюдалась брадикардия, инверсия зубца Т, неполная блокада правой ножки пучка Гиса, отмечалось повышение тропонина I и креатинфосфокиназы, при проведении ЭХОКГ отмечены нормальная фракция выброса и отсутствие нарушения локальной сократимости миокарда, при проведении магнитно-резонансной томографии отмечено локальное усиление интенсивности T2 сигнала от стенки миокарда и наличие участка накопления контрастного препарата в отсроченную фазу; именно результаты магнитно-резонансной томографии сердца позволили сделать вывод о миокардите [23]. В исследовании Г.А. Галиевой, кроме клинических, лабораторных и инструментальных обследований пациентов, проводилось патоморфологическое исследование состояния миокарда умерших больных ГЛПС: выявленные отек интерстиция и зернистая дистрофия кардиомиоцитов указывали на активный миокардит [5]. Проведенные ранее исследования однозначно указывают на существенное вовлечение сердца в патологический процесс при ГЛПС, характеризующийся воспалением миокарда, дистрофией и некрозом кардиомиоцитов, что в клинике может проявляться нарушением наполнения и сокращения ЛЖ [1, 5, 23].

Особого внимания заслуживают впервые выявленные в реконвалесцентном периоде ГЛПС дополнительные подвижные эхосигналы на аортальном клапане

и фиброзном кольце митрального клапана. Указанные изменения расценены нами как проявления тромбоза митрального клапана. Возможность формирования тромботических и фибриновых наложений на аортальном клапане и выходном отделе ЛЖ согласуются с ключевым патогенетическим механизмом ГЛПС – диссеминированным внутрисосудистым свертыванием крови (ДВС-синдромом). Косвенным подтверждением роли ДВС-синдрома в генезе выявленных изменений может являться зафиксированное у пациентов с дополнительными эхосигналами снижение тромбоцита и уровня тромбоцитов в крови. Можно предположить связь описанных нами изменений и данных о повышенном риске развития мозговых и коронарных тромбоэмболических осложнений в первые 3 нед реконвалесцентного периода ГЛПС [7]. Следует отметить, что нарушения в системе свертывания крови при ГЛПС, что может служить основой развития ДВС-синдрома и системной тромбоэмболии, достаточно хорошо изучены [8-10], но клинических признаков, указывающих на развитие мозговых и коронарных тромбоэмболических осложнений у обследованных пациентов, не было выявлено. Кроме того, тромбоз митрального клапана может выступать в качестве фактора, ведущего к формированию

инфекционного эндокардита: в литературе описан случай развития указанного патологического процесса бактериальной природы на МК и ТК через 2 мес после перенесенной ГЛПС [24].

Заключение

Нарушение диастолического наполнения и снижение продольной сократительной функции ЛЖ выявлены у трети пациентов, перенесших ГЛПС. Вероятной причиной этих изменений может быть субклинически протекающий миокардит. Впервые у реконвалесцентов ГЛПС зарегистрированы дополнительные подвижные эхосигналы на створках и фиброзном кольце аортального клапана, которые могут быть расценены как проявления тромбоза митрального клапана. Нельзя исключить, что указанные нарушения могут повышать риск тромбоэмболических осложнений. Целесообразно включение эхокардиографии в число обязательных диагностических методов в рамках диспансерного наблюдения за реконвалесцентами ГЛПС.

Отношения и Деятельность: нет.
Relationships and Activities: none.

References / Литература

- Muhetdinova GA, Fazlyeva RM, Ibragimova LA, et al. Cardiovascular characteristics of patients with hemorrhagic fever with renal syndrome. *Infect. bolezni (Infectious diseases)* 2018;16(4):48–54 (In Russ.) [Мухетдинова Г.А., Фазлыева Р.М., Ибрагимова Л.А., Мирсаева Г.Х., Тугельян А.В., Степанов О.Г., Хасанова Г.М. Состояние сердечно-сосудистой системы у больных геморрагической лихорадкой с почечным синдромом. *Инфекционные Болезни*. 2018;16(4):48–54]. DOI: 10.20953/1729-9225-2018-4-48-54.
- Rasmussen J, Lindqvist P, Sorenson K, Hedstrom M. Cardiopulmonary involvement in Pu-umala hantavirus infection. *BMC Infectious Diseases*. 2013;13:501. DOI: 10.1186/1471-2334-13-501.
- Makela S, Kokkonen L, Ala-Houhala J, et al. More than half of the patients with acute Puuma-la hantavirus infection have abnormal cardiac findings. *Scand J Infect Dis*. 2009;41(1):57–62. DOI: 10.1080/00365540802502629.
- Muhetdinova GA, Fazlyeva RM, Makeva GK, et al. Study of the role of brain natriuretic pro-peptide in hemorrhagic fever with renal syndrome. *Bulletin of the Bashkir State Medical University*. 2013;4:58–64 (In Russ.) [Мухетдинова Г.А., Фазлыева Р.М., Макева Г.К., и др. Изучение роли мозгового натрийуретического пропептида при геморрагической лихорадке с почечным синдромом. *Вестник Башкирского Государственного Медицинского Университета*. 2013;4:58–64].
- Galieva GA, Fazlyeva RM, Mirsaeva GH, et al. Clinical and morphological parallels of internal organ damage in hemorrhagic fever with renal syndrome. *Medical Bulletin of Bashkortostan*. 2019;14(6):13–8 (In Russ.) [Галиева Г.А., Фазлыева Р.М., Мирсаева Г.Х., и др. Клинико-морфологические параллели поражения внутренних органов при геморрагической лихорадке с почечным синдромом. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2019;14(6):13–8].
- Ibragimova LA, Fazlyeva RM, Mirsaeva GH. Comparative evaluation of Central hemodynamic parameters and the relationship of hemodynamic changes with vegetative regulation in patients with hemorrhagic fever with renal syndrome. *Medical Bulletin of Bashkortostan*. 2008;3(2):50–4 (In Russ.) [Ибрагимова Л.А., Фазлыева Р.М., Мирсаева Г.Х. Сравнительная оценка показателей центральной гемодинамики и взаимосвязь гемодинамических изменений с вегетативной регуляцией у больных геморрагической лихорадкой с почечным синдромом. *Медицинский Вестник Башкортостана*. 2008;3(2):50–4].
- Connolly-Andersen AM, Hammargren E, Whitaker H, et al. Increased Risk of Acute Myocardial Infarction and Stroke During Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome. *Circulation*. 2014;129(12):1295–302. DOI: 10.1161/circulationaha.113.001870.
- Martynenko AY, Tomilka GS, Obukhova GG. Dynamics of cytokines in hemorrhagic fever with renal syndrome. *Far Eastern Medical Journal*. 2015;4:47–50 (In Russ.) [Мартыненко А.Ю., Томилка Г.С., Обухова Г.Г. Динамика цитокинов при геморрагической лихорадке с почечным синдромом. *Дальневосточный Медицинский Журнал*. 2015;4:47–50].
- Murzababeva RT, Valishin DA, Kutluguzhina FG. The relationship between the hemostatic system and proinflammatory cytokines in hemorrhagic fever with renal syndrome. *International Academic Bulletin*. 2016;2(14):12–6 (In Russ.) [Мурзабаева Р.Т., Валишин Д.А., Кутлугужина Ф.Г. Взаимосвязи между системой гемостаза и провоспалительными цитокинами при геморрагической лихорадке с почечным синдромом. *Международный Академический Вестник*. 2016;2(14):12–6].
- Baigildina A.A. Indicators of vascular function in hemorrhagic fever with renal syndrome. *Morphological Statements*. 2008;3-4:155–8 (In Russ.) [Байгильдина А.А. Показатели функции сосудов при геморрагической лихорадке почечным синдромом. *Морфологические Вестники*. 2008;3-4:155–8].
- Oleynikov VE, Galimskaia VA, Kupriyana SN, Burko NV. Use of the Speckle tracking method for determining global parameters of heart contractility in healthy individuals. *MethodsX*. 2018;5:125–35. DOI: 10.1016/j.mex.2018.01.011.
- Nikiforov VS, Nikishchenkova JuV. Modern features of speckle-tracking echocardiography in clinical practice. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2017;13(2):248–55 (In Russ.) [Никифоров В.С., Никищенко Ю.В. Современные возможности speckle-tracking эхокардиографии в клинической практике. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2017;13(2):248–55]. DOI: 10.20996/1819-6446-2017-13-2-248-255.
- Valishin DA, Murzababeva RT, Galimov RR, Shestakov IV. Hemorrhagic fever with renal syndrome in adults. *Clinical practice guidelines 2014* [cited by Feb 10, 2020]. Available from: <http://nnoi.ru/uploads/files/protokoly/GLPS.pdf> (In Russ.) [Валишин Д.А., Мурзабаева Р.Т., Галимов Р.Р., Шестаков И.В. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом у взрослых. *Клинические рекомендации*, 2014. Национальное научное общество инфекционистов [цитировано 10.02.2021]. Доступно на: <http://nnoi.ru/uploads/files/protokoly/GLPS.pdf>].
- Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *ASE/EACVI guidelines and standards*. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2016; 29(4):277–314. DOI: 10.1016/j.echo.2016.01.011.
- Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA. Doppler tissue Imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol*. 1997;30:1527–33. DOI: 10.1016/s0735-1097(97)00344-6.
- Nagueh H, Kopelen HA, Zoghbi WA. Estimation of mean right atrial pressure using tissue doppler imaging. *Am J Cardiol*. 1999;12:203–8. DOI: 10.1016/s0002-9149(99)00595-0.
- Lesson P, Augustine P, Mitchell ARJ, Becher H. Left ventricular strain. In: Lesson P, Augustine P, Mitchell ARJ, Becher H, eds. *Oxford specialist handbooks in cardiology. Echocardiography*. Second edition. Oxford: Oxford university press; 2012. pp. 238–245.
- Alekhnin MN. Tissue Doppler of the fibrous rings of the atrioventricular valves. In: Alekhnin MN, ed. *Tissue Doppler in clinical echocardiography*. Moscow: Insyazizdat; 2006. pp. 24–40. (In Russ.) [Алехин М.Н., редакторы. *Тканевый доплер фиброзных колец атриовентрикулярных клапанов*. В: Алехин М.Н., ред. *Тканевый доплер в клинической эхокардиографии*. М.: Инс-визиздат; 2006. с. 24–40].
- Tkachenko S.B., Beresten N.F. Theory of the spiral structure of the ventricles of the heart. In: Tkachenko S.B., Beresten N.F., eds. *Tissue Doppler investigation of the myocardium M.: Real time*; 2006. pp. 2–19. (In Russ.) [Ткаченко С.Б., Берестень Н.Ф. Теория спирального строения желудочков сердца. В: Ткаченко С.Б., Берестень Н.Ф., ред. *Тканевое доплеровское исследование миокарда*. М.: Реал Тайм; 2006. с. 2–19].

20. Atkov OYu. Evaluation of systolic and diastolic function of the ventricles of the heart. In: Atkov O. Yu., ed. Ultrasound examination of the heart and blood vessels. 2nd edition, expanded and expanded. Moscow: Eksmo. 2015 (In Russ.) [Атьков О.Ю. Оценка систолической и диастолической функции желудочков сердца. В: Атьков О.Ю., редактор. Ультразвуковое исследование сердца и сосудов. 2-е издание, дополненное и расширенное. Москва: Эксмо; 2015. с. 86-113].
21. Caforio ALP, Pankuweit S, Arbustini E, et al. Current state of knowledge on aetiology, diagnosis, management, and therapy of myocarditis: a position statement of the European Society of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. European Heart Journal. 2013;34:2636-48. DOI:10.1093/eurheartj/ehz210.
22. Diagnosis and treatment of myocarditis. Clinical guidelines of EAC. Eurasian Heart Journal. 2019;3:20-33 (In Russ.) [Диагностика и лечение миокардитов. Клинические рекомендации ЕАК. Евразийский Кардиологический Журнал. 2019;3:4-19].
23. Krumm P, Zitzelsberger T, Gawaz M, Greulich S. Young patient with hantavirus-induced myocarditis detected by comprehensive cardiac magnetic resonance assessment. BMC Infectious Diseases. 2019;19(1):15. DOI:10.1186/s12879-018-3658-8.
24. Davydova NV, Aleskerov JeJe, Rogozhkina JuA, Zhmurov VA. A clinical case of the development of combined pathology in a patient after suffering from hemorrhagic fever with renal syndrome. University medicine of the Urals. 2019;5(1):72-4 (In Russ.) [Давыдова Н.В., Алескеров Э.Э., Порожкина Ю.А., Жмуров В.А. Клинический случай развития сочетанной патологии у пациента после перенесенной геморрагической лихорадки с почечным синдромом. Университетская Медицина Урала. 2019;5(1):72-4].

About the Authors / Информация об авторах

Манахов Константин Михайлович [Konstantin M. Manakhov]

eLibrary SPIN: 4616-9225, ORCID: 0000-0002-2209-4023

Царенко Ольга Евгеньевна [Olga E. Tsarenko]

eLibrary SPIN: 1919-8378, ORCID: 0000-0002-9739-3343

Чевплянская Оксана Николаевна [Oksana N. Chevplyanskaya]

eLibrary SPIN: 4122-3720, ORCID: 0000-0002-3084-033X

Багаутдинова Лилия Исмагиловна [Liliya I. Bagautdinova]

eLibrary SPIN: 6861-9575, ORCID: 0000-0002-0446-3470

Мельников Анатолий Васильевич [Anatoliy V. Melnikov]

eLibrary SPIN: 9619-9437, ORCID: 0000-0002-7584-7009

Малинин Олег Витальевич [Oleg V. Malinin]

eLibrary SPIN: 1773-8191, ORCID: 0000-0002-3025-0866

Дударев Михаил Валерьевич [Mikhail V. Dudarev]

eLibrary SPIN: 4125-1073, ORCID: 0000-0003-2508-7141

Сарксян Денис Сосович [Denis S. Sarksyanyan]

eLibrary SPIN: 3936-5542, ORCID: 0000-0003-3014-6468

Платонов Александр евгеньевич [Aleksandr E. Platonov]

eLibrary SPIN: 1635-6647, ORCID: 0000-0001-7450-0081

Малеев Виктор Васильевич [Victor V. Maleev]

eLibrary SPIN: 1712-9809, ORCID: 0000-0001-5748-178X