https://doi.org/10.26442/00403660.2022.06.201568

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Факторы риска повреждения почек у пациентов с острой коронавирусной инфекцией COVID-19

А.А. Щепалина[✉1], Н.В. Чеботарева[1], А.А. Китбалян[1,2], П.П. Потапов[1,2], А.А. Нартова[1], Л.А. Акулкина[1], М.Ю. Бровко[1], В.И. Шоломова[1], С.В. Моисеев[1,2]

[1]ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия;
[2]ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия

Аннотация

Цель. Определить частоту и факторы риска развития острого почечного повреждения (ОПП) у пациентов с COVID-19 в российской когорте больных.

Материалы и методы. В исследование включены 315 пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, которые находились на стационарном лечении в период с октября 2020 по февраль 2021 г. Диагноз установлен на основании положительного результата полимеразной цепной реакции мазка из рото- и носоглотки на SARS-CoV-2 и/или типичной рентгенологической картины по данным компьютерной томографии органов грудной клетки.

Результаты. ОПП осложнило течение основного заболевания у 92 (29,21%) из 315 пациентов. Независимыми факторами риска развития ОПП стали женский пол, наличие хронической болезни почек и максимальный уровень С-реактивного белка за время госпитализации. В общей группе пациентов умер 41 (13%) человек, в группе ОПП – 32 (34,8%) пациента. Отношение рисков смерти (hazard ratio) для пациентов с ОПП по сравнению с лицами с отсутствием ОПП составило 4,065 (95% доверительный интервал 2,154–7,671), $p<0,001$. Факторами риска наступления смерти среди пациентов с ОПП в многофакторной регрессии Кокса оказались потребность в оксигенотерапии, максимальный уровень креатинина и глюкозы сыворотки крови.

Заключение. ОПП в 29% случаев осложнило течение коронавирусной инфекции COVID-19. Независимыми факторами риска развития ОПП у больных COVID-19 являются наличие хронической болезни почек, декомпенсация сердечной недостаточности и максимальный подъем концентрации С-реактивного белка в ходе госпитализации.

Ключевые слова: COVID-19, острое почечное повреждение, факторы риска

Для цитирования: Щепалина А.А., Чеботарева Н.В., Китбалян А.А., Потапов П.П., Нартова А.А., Акулкина Л.А., Бровко М.Ю., Шоломова В.И., Моисеев С.В. Факторы риска повреждения почек у пациентов с острой коронавирусной инфекцией COVID-19. Терапевтический архив. 2022;94(6):743–747. DOI: 10.26442/00403660.2022.06.201568

Информация об авторах / Information about the authors

✉**Щепалина Анастасия Александровна** – аспирант каф. внутренних, профессиональных болезней и ревматологии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет). Тел.: +7(989)836-21-31; e-mail: anastasia.schepalina@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-1826-0519

✉**Anastasia A. Shchepalina.** E-mail: anastasia.schepalina@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-1826-0519

Чеботарева Наталья Викторовна – д-р мед. наук, проф. каф. внутренних, профессиональных болезней и ревматологии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, врач-нефролог Университетской клинической больницы №3 ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет). ORCID: 0000-0003-2128-8560

Natalia V. Chebotareva. ORCID: 0000-0003-2128-8560

Китбалян Арам Александрович – врач-пульмонолог Клиники ревматологии, нефрологии и профпатологии им. Е.М. Тареева Университетской клинической больницы №3 ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет), аспирант каф. внутренних болезней фак-та фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова». ORCID: 0000-0003-0546-988X

Aram A. Kitbalian. ORCID: 0000-0003-0546-988X

Потапов Павел Петрович – врач-пульмонолог Клиники ревматологии, нефрологии и профпатологии им. Е.М. Тареева Университетской клинической больницы №3 ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет), аспирант каф. внутренних болезней фак-та фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова». ORCID: 0000-0003-4366-2832

Pavel P. Potapov. ORCID: 0000-0003-4366-2832

Нартова Анна Андреевна – студентка Международной школы «Медицина будущего» (ЦИОП) ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет). ORCID: 0000-0003-0657-4446

Anna A. Nartova. ORCID: 0000-0003-0657-4446

Акулкина Лариса Анатольевна – ассистент каф. внутренних, профессиональных болезней и ревматологии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, врач-пульмонолог Клиники ревматологии, нефрологии и профпатологии им. Е.М. Тареева Университетской клинической больницы №3 ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет). ORCID: 0000-0002-4307-8882

Larisa A. Akulkina. ORCID: 0000-0002-4307-8882

https://doi.org/10.26442/00403660.2022.06.201568

ORIGINAL ARTICLE

Risk factors of kidney injury in patients with COVID-19

Anastasia A. Shchepalina[✉1], Natalia V. Chebotareva[1], Aram A. Kitbalian[1,2], Pavel P. Potapov[1,2], Anna A. Nartova[1], Larisa A. Akulkina[1], Mikhail Yu. Brovko[1], Victoria I. Sholomova[1], Sergey V. Moiseev[1,2]

[1]Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia;
[2]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract

Aim. To determine the incidence and risk factors of acute kidney injury (AKI) in Russian cohort of patients with COVID-19.

Materials and methods. We included 315 patients, who were hospitalized with COVID-19 from October 2020 till February 2021. The diagnosis was established on the basis of the positive SARS-CoV-2 swab test and/or typical radiologic findings on CT scans.

Results. AKI complicated the clinical course in 92 (29.21%) cases. The independent risk factors of AKI were female sex, underline chronic kidney disease and the highest level of C-reactive protein during hospitalization. In the general group of patients were 41 (13%) lethal cases, in the group with AKI – 32 (34.8%). Compared with those without AKI, patients with AKI had 4.065 (95% confidence interval 2.154 to 7.671) times the odds of death. Respiratory support, the highest serum creatinine and glucose levels appeared to be the risk factors of death among patients with AKI in the multivariable Cox regression.

Conclusion. The clinical course of COVID-19 was complicated by AKI in 29% cases. The independent risk factors of AKI in patients with COVID-19 are underline chronic kidney disease, circulatory disorder and the highest level of C-reactive protein during hospitalization.

Keywords: COVID-19, acute kidney injury, risk factors
For citation: Shchepalina AA, Chebotareva NV, Kitbalian AA, Potapov PP, Nartova AA, Akulkina LA, Brovko MYu, Sholomova VI, Moiseev SV. Risk factors of kidney injury in patients with COVID-19. Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.). 2022;94(6):743–747. DOI: 10.26442/00403660.2022.06.201568

Введение

В марте 2020 г. Всемирная организация здравоохранения объявила пандемию, вызванную новым коронавирусом SARS-CoV-2, инфицирование которым сопровождается развитием острого респираторного дистресс-синдрома и выраженной дыхательной недостаточностью [1]. Клеточным рецептором для SARS-CoV-2 служит ангиотензинпревращающий фермент-2 – металлопротеиназа, которая экспрессируется во многих органах и тканях человеческого организма. Однако наиболее высокая экспрессия этого фермента обнаружена в ткани легких и почек [2, 3].

Одним из осложнений коронавирусной инфекции является острое почечное повреждение (ОПП), которое также определяет прогноз заболевания. Частота возникновения ОПП у больных COVID-19, по данным нескольких исследований, различна и варьирует в широких пределах: от 0,5 до 37% [4–7]. По результатам крупного метаанализа, в который включили данные 49 692 пациентов с COVID-19 со всего мира, ОПП идентифицировано у 5249 (10,6%) человек, из них 940 (17,91%) пациентов потребовали проведения продленной заместительной почечной терапии, а 1403 (26,73%) случая завершились летальным исходом. Возраст старше 60 лет и тяжелое течение COVID-19 стали независимыми факторами риска развития ОПП [8]. В другом исследовании ОПП обнаружили у 36,6% госпитализированных больных, причем большая часть (89,7%) пациентов, развивших ОПП, пришлась на тех, кто находился на искусственной (инвазивной) вентиляции легких (ИВЛ). В исследовании B. Diao и соавт. частота возникновения ОПП оказалась примерно такой же, как у J. Hirsh и соавт., и составила 27%. При этом ОПП чаще развивалось у пожилых коморбидных пациентов. Наиболее значимыми для развития ОПП сопутствующими заболеваниями стали сердечная недостаточность и артериальная гипертензия (АГ) [4, 5].

Цель исследования – определить частоту и факторы риска развития ОПП у пациентов с COVID-19, госпитализированных в стационар в период с октября 2020 по февраль 2021 г.

Информация об авторах / Information about the authors

Бровко Михаил Юрьевич – канд. мед. наук, доц. каф. внутренних, профессиональных болезней и ревматологии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, врач-пульмонолог, зам. глав. врача по медицинской части Университетской клинической больницы №3 ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет). ORCID: 0000-0003-0023-2701

Шоломова Виктория Игоревна – канд. мед. наук, ассистент каф. внутренних, профессиональных болезней и ревматологии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, зав. отд-нием пульмонологии и профпатологии Клиники ревматологии, нефрологии и профпатологии им. Е.М. Тареева Университетской клинической больницы №3 ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет). ORCID: 0000-0002-8785-7968

Моисеев Сергей Валентинович – акад. РАН, д-р мед. наук, проф., проф. каф. внутренних, профессиональных болезней и ревматологии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, дир. Клиники ревматологии, нефрологии и профпатологии им. Е.М. Тареева Университетской клинической больницы №3 ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет), проф. каф. внутренних болезней фак-та фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова». ORCID: 0000-0002-7232-4640

Mikhail Yu. Brovko. ORCID: 0000-0003-0023-2701

Victoria I. Sholomova. ORCID: 0000-0002-8785-7968

Sergey V. Moiseev. ORCID: 0000-0002-7232-4640

Материалы и методы

Участники исследования

В исследование включены 315 больных COVID-19, госпитализированных в Клинику ревматологии, нефрологии и профпатологии им. Е.М. Тареева Университетской клинической больницы №3 ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет) с октября 2020 по февраль 2021 г. Диагноз COVID-19 установлен на основании положительного результата полимеразной цепной реакции (ПЦР) мазка из рото- и носоглотки на SARS-CoV-2 и/или типичной рентгенологической картины по данным компьютерной томографии (КТ) органов грудной клетки (ОГК). Мазок из рото- и носоглотки и КТ легких выполняли всем пациентам при поступлении с последующей количественной оценкой легочного повреждения.

Методы оценки целевых показателей

При поступлении оценивали пол, возраст, сопутствующие заболевания (АГ, инфаркт миокарда в анамнезе, хроническая сердечная недостаточность – ХСН – и ее функциональный класс, хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма, гемобластозы, солидные злокачественные новообразования, сахарный диабет – СД, хроническая болезнь почек – ХБП) и лабораторные показатели [гемоглобин, уровень С-реактивного белка – СРБ, лактатдегидрогеназы – ЛДГ, ферритина, креатинина, электролитов (натрий, калий), D-димер, фибриноген, активированное частичное тромбопластиновое время, международное нормализованное отношение]. Также устанавливали максимальные значения СРБ, ЛДГ, креатинина, D-димера, ферритина.

Общий анализ мочи выполнен 154 пациентам при помощи метода «сухой химии» с бромфеноловым синим.

ОПП диагностировали в соответствии с критериями KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcomes): при повышении уровня креатинина в сыворотке ≥26,4 мкмоль/л (0,3 мг/дл) в течение 48 ч, или увеличении концентрации сывороточного креатинина >1,5 раза от исходного уровня в течение предыдущих 7 дней, или при объеме мочи <0,5 мл/кг в час в течение >6 ч. Распределение ОПП по стадиям осуществляли согласно критериям KDIGO 2012 г. [9].

Степень вовлечения легочной паренхимы по данным КТ ОГК оценивали согласно эмпирической визуальной шкале: КТ-стадия 1 – до 25%, КТ-стадия 2 – 25–50%, КТ-стадия 3 – 50–75%, КТ-стадия 4 – поражение >75% легочной паренхимы.

Соответствие принципам этики

Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), протокол №22-21 от 09.12.2021. Одобрение и процедуру проведения протокола получали по принципам Хельсинкской конвенции.

Статистический анализ

Данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха для непрерывных переменных с распределением, отличным от нормального. Для анализа различий между группами применяли U-критерий Манна–Уитни.

Для оценки факторов риска развития ОПП использовали модель логистической регрессии, в которую включили пол, возраст, индекс массы тела (ИМТ), максимальные уровни ЛДГ и СРБ, наличие или отсутствие СД, ХБП, ХСН и АГ, вид респираторной поддержки (отсутствует, ингаляция увлажненного кислорода через назальные канюли, неинвазивная вентиляция легких – НИВЛ, ИВЛ). Факторы риска смерти среди больных с ОПП анализировали при помощи многофакторной регрессии Кокса. Различия считали статистически значимыми при $p<0{,}05$.

***Таблица 1.* Отношения рисков (ОР) развития ОПП в многофакторной регрессионной модели**

***Table 1.* Risk ratios for the development of acute kidney injury in a multivariate regression model**

Фактор	ОР [95% ДИ]	*p*
Женский пол	7,103 [1,237–4,035]	**0,008**
ХСН	4,823 [1,137–9,639]	**0,028**
ХБП	6,926 [1,254–4,709]	**0,008**
Антибактериальная терапия	11,139 [1,573–5,708]	**0,001**
Максимальный уровень СРБ	7,687 [1,002–1,010]	**0,006**

Примечание. Здесь и в табл. 2: полужирным шрифтом выделены значения $p<0{,}05$.

Результаты

Характеристика пациентов

Медиана возраста обследованных больных в общей группе пациентов составила 73 (63–81) года, соотношение женщины/мужчины – 1:1,28 (177 женщин и 138 мужчин). Более 2/3 (71,1%) больных страдали АГ, около 1/4 (23,8%) имели СД 2-го типа. У 128 (40,63%) пациентов зарегистрировано ожирение, а медиана ИМТ в группе составила 28,44 (25,4–31,82) кг/м^2. Кроме того, 88 (27,9%) человек имели диагноз ХБП. Положительный результат ПЦР на SARS-CoV-2 получен у 268 (85,1%) пациентов. По данным КТ ОГК 42,9% больных развили III–IV стадию вирусной пневмонии в ходе госпитализации; 47,9% пациентов получали оксигенотерапию, в том числе 1,3% – НИВЛ, 7,6% – ИВЛ.

Частота и степень тяжести ОПП

Частота развития ОПП в нашей группе больных составила 29,21%, заместительная почечная терапия не потребовалась ни одному пациенту. Доля пациентов с ОПП I, II и III стадий составила 80,43, 14,13 и 5,43% соответственно. Статистически значимо более высокая частота ОПП – у 30 (88,24%) из 34 больных – отмечена у пациентов, потребовавших лечения в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии.

По данным логистического регрессионного анализа независимыми факторами риска развития ОПП стали женский пол, наличие ХБП в анамнезе и максимальные значения СРБ во время госпитализации **(табл. 1)**.

При рассмотрении группы больных с исходно нормальной функцией почек, у которых почечное повреждение развивалось во время госпитализации, риск ОПП повышался в 2,22 (1,451–3,408) раза ($p<0{,}001$) при прогрессировании дыхательной недостаточности с необходимостью проведения НИВЛ и ИВЛ.

Данные ROC-анализа

При построении ROC-кривых (Receiver Operating Characteristic – ROC) для неблагоприятных прогностических биомаркеров ОПП наибольшая площадь под кривой (Area Under the Curve – AUC) 0,701 (95% доверительный интервал – ДИ 0,559–0,843) с чувствительностью 70% и специфичностью 76% зафиксирована для показателя СРБ>125 мг/л. Высокий показатель AUC отмечен также и для других мар-

https://doi.org/10.26442/00403660.2022.06.201568

Таблица 2. **Регрессия Кокса в общей группе пациентов**
Table 2. **Cox Regression in the general group of patients**

Фактор	ОШ [95% ДИ]	*p*
Женский пол	0,573 [0,12–2,729]	0,484
Возраст	1,028 [0,964–1,097]	0,398
ИМТ	0,983 [0,858–1,125]	0,803
СД	0,876 [0,213–3,602]	0,854
АГ	0,678 [0,111–0,4,129]	0,673
Худшая респираторная поддержка	4,252 [1,966–9,198]	**0,000**
Минимальное число тромбоцитов	1,001 [0,993–1,009]	0,875
Минимальное число лимфоцитов	0,974 [0,096–9,917]	0,982
Максимальный уровень глюкозы	1,003 [0,852–1,181]	0,972
Максимальный уровень креатинина	1,008 [1–1,015]	**0,050**
Максимальный уровень СРБ	1,002 [0,992–1,013]	0,690
Максимальная активность ЛДГ	1,000 [0,999–1,001]	0,650
Терапия генно-инженерными биологическими препаратами	0,291 [0,081–1,049]	0,059
Терапия глюкокортикостероидами	0,495 [0,01–23,632]	0,722

керов воспаления. Так, AUC для ферритина составила 0,696 (95% ДИ 0,554–0,838), точка «разделения» (cut-off) соответствовала значению 613,55 мкг/л с чувствительностью 76,7% и специфичностью 64%. Активности ЛДГ сыворотки крови >985,5 Ед/л с чувствительностью 60% и специфичностью 72% соответствовала AUC 0,671 [95% ДИ 0,527–0,816].

Показатели смертности у больных COVID-19 с ОПП

В общей группе пациентов за время госпитализации умер 41 (13%) больной, из них в группе ОПП – 32 (34,8%) человека. Отношение рисков смерти (hazard ratio) для пациентов с ОПП по сравнению с пациентами без ОПП составило 4,065 (95% ДИ 2,154–7,671). Факторами риска наступления смерти больных с COVID-19 в многофакторной регрессии Кокса оказались развитие дыхательной недостаточности, потребовавшей проведения оксигенотерапии, в том числе НИВЛ и ИВЛ, а также максимальный уровень сывороточного креатинина во время госпитализации **(табл. 2)**. Помимо этих факторов в группе ОПП на показатель смертности также влияло повышение концентрации глюкозы сыворотки крови.

Обсуждение

В нашей группе больных COVID-19, госпитализированных в период 2-й волны инфекции, ОПП зарегистрировано у 29% человек, что сопоставимо с его частотой во время 1-го эпизода инфекции [10]. Однако следует отметить, что в настоящее исследование включены больные со среднетяжелой и тяжелой формами заболевания, при этом почти 1/2 из них нуждались в оксигенотерапии. Между тем мы не наблюдали значимого нарастания числа случаев ОПП, что, возможно, связано с внедрением иммуносупрессивной терапии, однако это предположение требует дальнейшего подтверждения.

По данным нашего исследования риск ОПП в 2,4 раза увеличивает диагноз ХБП. Кроме того, тяжелые формы ХСН с декомпенсацией кровообращения также оказались ассоциированы с ОПП и увеличивали его риск в 3,0 раза. Влияние коморбидности на развитие ОПП отмечено в работах S. Richardson и соавт. и M. Sullivan и соавт. Наиболее частыми сопутствующими заболеваниями, ассоциированными с ОПП, являются АГ, СД и наличие ХБП [11, 12]. Кроме того, исходное нарушение внутрипочечной гемодинамики у этой категории больных и декомпенсация сердечной недостаточности при тяжелой инфекции служат факторами риска развития кардиоренального синдрома и острого ухудшения почечной функции [13].

Среди патогенетических механизмов почечного повреждения при COVID-19 обсуждается вклад нескольких факторов, в том числе прямое цитопатическое воздействие вируса на почечный эпителий и опосредованное влияние за счет гиперактивации воспалительного ответа, развития коагулопатии, а также системной гипоксии.

До настоящего времени в литературе высказываются противоположные точки зрения на возможность присутствия частиц вируса в почечной ткани больных COVID-19. Так, в части исследований вирусоподобные частицы обнаруживали в подоцитах, канальцевом эпителии и эндотелии [14]. Однако в других работах SARS-CoV-2 в почечной ткани методами ПЦР, гибридизации *in situ*, иммуноокрашивания идентифицировать не удалось [15].

Помимо предполагаемого цитопатического воздействия SARS-CoV-2 может индуцировать почечное повреждение опосредованно – циркулирующими системными и локальными цитокинами, которые продуцируются клетками иммунной системы, в том числе инфильтрирующими интерстиций [16]. Повышение маркеров острой фазы воспаления (СРБ, ферритина, ЛДГ) в нашем исследовании имело высокий показатель площади под кривой в прогнозировании ОПП, при этом максимальный уровень СРБ имел независимое значение при проведении логистического регрессионного анализа, что указывает на роль системного воспаления в почечном повреждении, главным образом в отношении канальцевого эпителия почечной ткани.

Эндотелиальную дисфункцию и коагулопатию, ассоциированную с иммунотромбозом за счет активации системы комплемента, обсуждают в контексте патогенеза почечного повреждения при COVID-19. Так, влияя на лектиновый путь активации комплемента, SARS-CoV-2 может играть роль в развитии тромботической микроангиопатии в почках. Это показано в работе Y. Zhou и соавт., где у пациентов с SARS-CoV-2 описано отложение депозитов C5b-9, C4d и лектина в сосудах почек и легких [17]. При повреждении почечного эпителия в зону воспаления помимо макрофагов мигрируют нейтрофилы. В дальнейшем происходит процесс NETosis – выброс нейтрофилами в межклеточное пространство ферментов и нитей ДНК, что приводит к активации внутреннего пути свертывания крови и тромбообразованию в сосудах микроциркуляторного русла [18].

Помимо вышеперечисленных факторов обсуждается вклад в нарушение функции почек системной гипоксии, рабдомиолиза и других факторов. Гипоксическое повреждение, по-видимому, имеет большое значение в развитии почечного повреждения. В нашем исследовании развитие и нарастание ОПП во время госпитализации было связано в первую очередь с дыхательной недостаточностью и потребностью в кислородотерапии. Необходимость в респираторной поддержке, так же как и минимальные значения скорости клубочковой фильтрации, являлись факторами риска наступления смерти в группе пациентов с ОПП. По всей вероятности, ОПП может являться признаком полиорганной недостаточности у больных с тяжелым течением COVID-19, с одной стороны, и усугублять тяжесть их состояния, с другой. Похожие данные получены в работах J. Hirsch [4] и J. van den Akker [19] и соавт.

В литературе описаны случаи рабдомиолиза у больных COVID-19 [20], хотя по нашим данным ведущего значения в развитии почечного повреждения этот фактор не имеет. Мы не обнаружили достоверной связи ОПП с показателями креатинфосфокиназы на момент госпитализации и при нарастании в динамике во время нахождения в стационаре.

Заключение

ОПП – это одно из тяжелых осложнений новой коронавирусной инфекции COVID-19. У пациентов с COVID-19 и ОПП риск летального исхода в 1,5 раза выше, чем у больных с сохранной функцией почек. Факторами риска развития ОПП являются сопутствующая ХБП, декомпенсация сердечной недостаточности и повышение концентрации СРБ>125 мг/л. Факторами риска прогрессирования ОПП и летального исхода в этой группе больных служат потребность в вентиляции легких, максимальный уровень сывороточного креатинина и недостаточная коррекция гипергликемии.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Соответствие принципам этики. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), протокол № 22-21 от 09.12.2021. Одобрение и процедуру проведения протокола получали по принципам Хельсинкской конвенции.

Ethics approval. The study was approved by the local ethics committee of Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Protocol No. 22-21 of 09.12.2021. The approval and procedure for the protocol were obtained in accordance with the principles of the Helsinki Convention.

Список сокращений

АГ – артериальная гипертензия
ДИ – доверительный интервал
ИВЛ – искусственная вентиляция легких
ИМТ – индекс массы тела
КТ – компьютерная томография
ЛДГ – лактатдегидрогеназа
НИВЛ – неинвазивная вентиляция легких
ОГК – органы грудной клетки
ОПП – острое почечное повреждение
ОШ – отношение шансов
ПЦР – полимеразная цепная реакция
СД – сахарный диабет
СРБ – С-реактивный белок
ХБП – хроническая болезнь почек
ХСН – хроническая сердечная недостаточность
AUC – Area Under the Curve (площадь под кривой)

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Hu B, Guo H, Zhou P, Shi ZL. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nat Rev Microbiol.* 2021;19(3):141-54. DOI:10.1038/s41579-020-00459-7
2. Li W, Moore MJ, Vasilieva N, et al. Angiotensin-converting enzyme 2 is a functional receptor for the SARS coronavirus. *Nature.* 2003;426(6965):450-4. DOI:10.1038/nature02145
3. Lu R, Zhao X, Li J, et al. Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. *Lancet.* 2020;395(10224):565-74. DOI:10.1016/S0140-6736(20)30251-8
4. Hirsch JS, Ng JH, Ross DW, et al. Acute kidney injury in patients hospitalized with COVID-19. *Kidney Int.* 2020;98(1):209-18. DOI:10.1016/j.kint.2020.05.006
5. Diao B, Wang C, Wang R, et al. Human kidney is a target for novel severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection. *Nat Commun.* 2021;12(1):2506. DOI:10.1038/s41467-021-22781-1
6. Li Z, Wu M, Guo J, et al. Caution on kidney dysfunctions of 2019-nCoV patients. *medRxiv.* 2020. DOI:10.1101/2020.02.08.20021212
7. Wang D, Hu B, Hu C, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA.* 2020;323(11):1061-9. DOI:10.1001/jama.2020.1585
8. Lin L, Wang X, Ren J, et al. Risk factors and prognosis for COVID-19-induced acute kidney injury: a meta-analysis. *BMJ Open.* 2020;10(11):e042573. DOI:10.1136/bmjopen-2020-042573
9. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Kidney Int, Suppl.* 2012;2(1):1-138. Available at: https://kdigo.org/wp-content/uploads/2016/10/KDIGO-2012-AKI-Guideline-English.pdf. Accessed: 10.06.2022.
10. Mohamed MMB, Lukitsch I, Torres-Ortiz AE, et al. Acute kidney injury associated with coronavirus disease 2019 in urban New Orleans. *Kidney360.* 2020;1(7):614-22. DOI:10.34067/KID.0002652020
11. Richardson S, Hirsch JS, Narasimhan M, et al. Presenting characteristics, comorbidities, and outcomes among 5700 patients hospitalized with COVID-19 in the New York City area. *JAMA.* 2020;323(20):2052-9. DOI:10.1001/jama.2020.6775. Erratum in: *JAMA.* 2020;323(20):2098.
12. Sullivan MK, Lees JS, Drake TM, et al. Acute kidney injury in patients hospitalised with COVID-19 from the ISARIC WHO CCP-UK Study: a prospective, multicentre cohort study. *Nephrol Dial Transplant.* 2022;37(2):271-84. DOI:10.1093/ndt/gfab303
13. Fang Z, Gao C, Cai Y, et al. A validation study of UCSD-Mayo risk score in predicting hospital-acquired acute kidney injury in COVID-19 patients. *Ren Fail.* 2021;43(1):1115-23. DOI:10.1080/0886022X.2021.1948429
14. Su H, Yang M, Wan C, et al. Renal histopathological analysis of 26 postmortem findings of patients with COVID-19 in China. *Kidney Int.* 2020;98(1):219-27. DOI:10.1016/j.kint.2020.04.003
15. Sharma P, Uppal NN, Wanchoo R, et al. COVID-19-associated kidney injury: A case series of kidney biopsy findings. *J Am Soc Nephrol.* 2020;31(9):1948-58. DOI:10.1681/ASN.2020050699
16. Li XQ, Liu H, Meng Y, et al. Critical roles of cytokine storm and secondary bacterial infection in acute kidney injury development in COVID-19: A multi-center retrospective cohort study. *J Med Virol.* 2021;93(12):6641-52. DOI:10.1002/jmv.27234
17. Zhou Y, Lu K, Pfefferle S. A single asparagine-linked glycosylation site of the severe acute respiratory syndrome coronavirus spike glycoprotein facilitates inhibition by mannose-binding lectin through multiple mechanisms. *J Virol.* 2010;84(17):8753-64. DOI:10.1128/JVI.00554-10
18. Zucoloto AZ, Jenne CN. Platelet-neutrophil interplay: insights into neutrophil extracellular trap (NET)-driven coagulation in infection. *Front Cardiovasc Med.* 2019;6:85. DOI:10.3389/fcvm.2019.00085
19. van den Akker JP, Egal M, Groeneveld AB. Invasive mechanical ventilation as a risk factor for acute kidney injury in the critically ill: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2013;17(3):R98. DOI:10.1186/cc12743
20. Tram N, Chiodini B, Montesinos I, et al. Rhabdomyolysis and acute kidney injury as leading COVID-19 presentation in an adolescent. *Pediatr Infect Dis J.* 2020;39(10):e314-5. DOI:10.1097/INF.0000000000002853

Статья поступила в редакцию/
The article received: 17.03.2022