

УДК 616.61-002.17

DOI 10.34014/2227-1848-2022-4-49-57

ОСТРОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ПОЧЕК У ПАЦИЕНТОВ С COVID-19

Э.Р. Сакаева, А.М. Шутов, Е.В. Ефремова, И.О. Попондополо

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск, Россия

Острое повреждение почек (ОПП) нередко осложняет течение COVID-19, повышает внутрибольничную летальность.

Цель – изучить частоту ОПП, время его развития и возможность использования отношения азота мочевины крови к креатинину крови (АМК/Кр) как биомаркера развития острого повреждения почек при COVID-19.

Материалы и методы. Обследовано 329 пациентов, поступивших в стационар с COVID-19. Женщин было 157 (47,7 %), мужчин – 172 (52,3 %). Средний возраст составил $58,0 \pm 14,3$ года, период наблюдения – 12 мес. Диагноз COVID-19 подтвержден ПЦР-тестом. У всех больных изучена частота, тяжесть и время развития ОПП, рассчитано отношение азота мочевины крови к креатинину крови (АМК/Кр, мг/дл:мг/дл).

Результаты. ОПП диагностировано у 70 (21,3 %) больных, из них у 12 (17,1 %) чел. повышение уровня креатинина наблюдалось во время лечения в стационаре – внутрибольничное ОПП, у 58 (82,9 %) – уже при госпитализации – внебольничное ОПП. ОПП 1-й стадии имело место у 55 (78,6 %) больных, 2-й стадии – у 11 (15,7 %), 3-й стадии – у 4 (5,7 %) больных. Внутрибольничная летальность у больных COVID-19 с ОПП составила 10 %, относительный риск смерти у больных COVID-19 при наличии ОПП – 5,3 (95 % ДИ 1,7–16,1, $p=0,01$). При внебольничном ОПП АМК/Кр >20 в день госпитализации наблюдалось у 16 (27,6 %) чел. При внутрибольничном ОПП АМК/Кр >20 выявлено только у 1 (8 %) чел.

Выводы. У каждого четвертого госпитализированного больного с COVID-19 развивается ОПП преимущественно 1-й стадии. Острое повреждение почек повышает внутрибольничную летальность. У большинства больных ОПП развивается еще на догоспитальном этапе лечения. У 27,6 % пациентов с внебольничным ОПП АМК/Кр в день госпитализации составляет более 20, что может свидетельствовать о преренальном характере ОПП и значимости дегидратации (гиповолемии) как фактора риска развития ОПП при COVID-19.

Ключевые слова: острое повреждение почек, COVID-19, отношение азота мочевины крови к креатинину крови (АМК/Кр), гиповолемия.

Введение. Острое повреждение почек (ОПП) нередко осложняет течение COVID-19, характеризуется неблагоприятным ближайшим и отдаленным прогнозом, повышает внутрибольничную летальность, риск развития хронической болезни почек и сердечно-сосудистых осложнений [1, 2]. При этом вопросы ранней диагностики ОПП, основанной на выявлении предикторов ее развития, недостаточно изучены [3].

Пандемия новой коронавирусной болезни 2019 (COVID-19, COronaVIrus Disease 2019), вызванной РНК-содержащим вирусом SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus 2), является одной из актуальных проблем современного здравоохранения ввиду возможного тяжелого течения и развития

осложнений (вирусной пневмонии, острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС), полиорганной недостаточности) [4, 5].

По данным литературы, у многих госпитализированных пациентов с COVID-19 наблюдаются протеинурия, гематурия или ОПП [6]. ОПП является предиктором летальности и характеризуется неблагоприятным отдаленным прогнозом у выживших пациентов, может приводить к хронической болезни почек и повышать риск сердечно-сосудистых осложнений [7]. Приоритетными задачами для клиницистов являются прогнозирование развития ОПП, его ранняя диагностика и своевременное лечение [8]. Одним из факторов риска развития ОПП является дегидратация (гиповолемия) [9], при этом диагностика

дегидратации (гиповолемии) представляет собой непростой вопрос, предлагаемые методы недостаточно точны, трудновыполнимы, особенно в условиях пандемии COVID-19 [10–12]. Для дифференциальной диагностики прerenальной острой почечной недостаточности, т.е. обусловленной нарушениями гемодинамики, чаще всего в результате дегидратации, предлагается использовать отношение азота мочевины крови к креатинину сыворотки крови [13].

Цель исследования. Изучить частоту ОПП, время его развития и возможность использования отношения азота мочевины крови к креатинину сыворотки крови как возможного биомаркера развития острого повреждения почек у больных COVID-19.

Материалы и методы. Обследовано 329 пациентов (157 женщин, 172 мужчины, средний возраст – $58,0 \pm 14,3$ года), поступивших в стационар ГУЗ «Центральная городская клиническая больница г. Ульяновска» с COVID-19. Диагноз COVID-19 устанавливался согласно действующим на момент госпитализации клиническим руководствам и подтверждался ПЦР-тестом. Период наблюдения составил 12 мес., первичная конечная точка – смерть от всех причин.

Острое повреждение почек диагностировалось и классифицировалось согласно Рекомендациям KDIGO (2012) [14]. Изучались частота, тяжесть и время развития ОПП у госпи-

тализированных с COVID-19 пациентов, влияние ОПП на внутрибольничную летальность. Всем пациентам проводилось стандартное лабораторное исследование, рассчитывалось отношение азота мочевины сыворотки крови к креатинину сыворотки крови (АМК/Кр) – в случае прerenального ОПП данное отношение превышает 20 [15, 16], производилось инструментальное исследование с выполнением компьютерной томографии легких.

Статистический анализ проводился с использованием программных пакетов Statistics v. 12. Характер распределения данных оценивался с помощью W-критерия Шапиро – Уилка (Shapiro – Wilk's W test). В зависимости от результата анализа данные представлены как $M \pm SD$, где M – среднее арифметическое, SD – стандартное отклонение (при нормальном распределении); Me – медиана, IQR – интерквартильный размах: 25 % процентиль – 75 % процентиль (при распределении, отличном от нормального). Для сравнения групп использовался t-критерий Стьюдента и U-критерий Манна – Уитни (Mann – Whitney U test). Анализ категориальных данных проводился с помощью критерия χ^2 . Проводился логистический регрессионный анализ для прогнозирования вероятности развития события. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Клиническая характеристика пациентов с COVID-19
Clinical characteristics of COVID-19 patients

Параметр Parameter	Пациенты Patients
Женщины, n (%) Women, n (%)	157 (47,7)
Мужчины, n (%) Men, n (%)	172 (52,3)
Возраст, $M \pm SD$, лет Age, $M \pm SD$, years	$58,0 \pm 14,3$

Параметр Parameter	Пациенты Patients
Наличие пневмонии, n (%) Patients with pneumonia, n (%)	
двусторонняя bilateral	296 (90)
односторонняя unilateral	13 (4)
без пневмонии no pneumonia	20 (6)
Креатинин, мкмоль/л Creatinine, $\mu\text{mol/l}$	102,1 \pm 68,8 (IQR 80,7–116,9)
Мочевина, ммоль/л Urea, $\mu\text{mol/l}$	6,4 \pm 3,59 (IQR 4,5–8,5)
Калий, ммоль/л Potassium, $\mu\text{mol/l}$	4,1 \pm 0,57 (IQR 2,6–6,7)
ОПП, n (%) AKI, n (%)	70 (21,3)
Стадия ОПП, n (%) Stage of AKI, n (%)	
1	55 (78,6)
2	11 (15,7)
3	4 (5,7)
Сахарный диабет, n (%) Diabetes mellitus, n (%)	56 (17,0)
Артериальная гипертензия, n (%) Arterial hypertension, n (%)	164 (49,9)
Хроническая сердечная недостаточность, n (%) Chronic heart failure, n (%)	137 (41,6)
Ишемическая болезнь сердца, n (%) Coronary heart disease, n (%)	95 (28,9)

Двустороннюю полисегментарную вирусно-бактериальную пневмонию имели 296 (90 %) пациентов, одностороннюю полисегментарную вирусно-бактериальную пневмонию – 13 (4 %), 20 (6 %) пациентов не имели пневмонии. ОПП диагностировано у 70 (21,3 %) больных, из них у 12 (17,1 %) чел. повышение уровня креатинина сыворотки наблюдалось во время лечения в стационаре (внутрибольничное ОПП), у 58 (82,9 %) чел. – уже при госпитализации с последующим снижением (внебольничное ОПП). ОПП 1-й стадии имело место у 55 (78,6 %) пациентов, 2-й стадии – у 11 (15,7 %), 3-й стадии – у 4 (5,7 %) пациентов (рис. 1).

В период госпитализации умерло 19 больных (5,8 %). Внутрибольничная летальность была значительно выше у больных COVID-19 с ОПП.

В качестве предиктора развития ОПП было рассмотрено отношение азота мочевины сыворотки крови к креатинину сыворотки крови (АМК/Кр). В нашем исследовании АМК/Кр>20 при поступлении ассоциировалось с развитием ОПП ($p=0,038$), при этом среди 58 больных с внебольничным ОПП АМК/Кр>20 в день госпитализации наблюдалось у 16 (27,6 %) чел., среди 12 больных с внутрибольничным ОПП АМК/Кр>20 наблюдалось только у 1 (8 %) чел. (рис. 2).

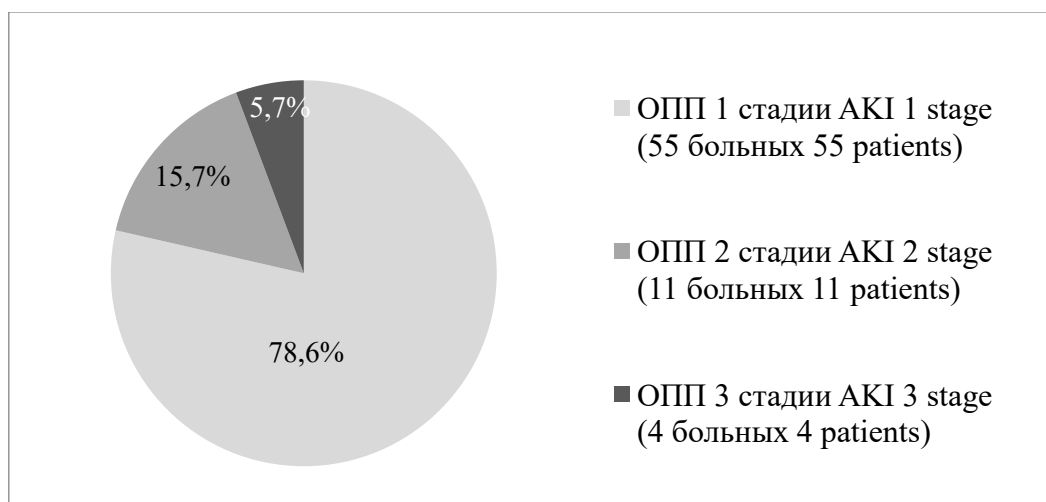


Рис. 1. Распределение острого повреждения почек по стадиям у больных с COVID-19

Fig. 1. Stages of acute kidney injury in patients hospitalized with COVID-19

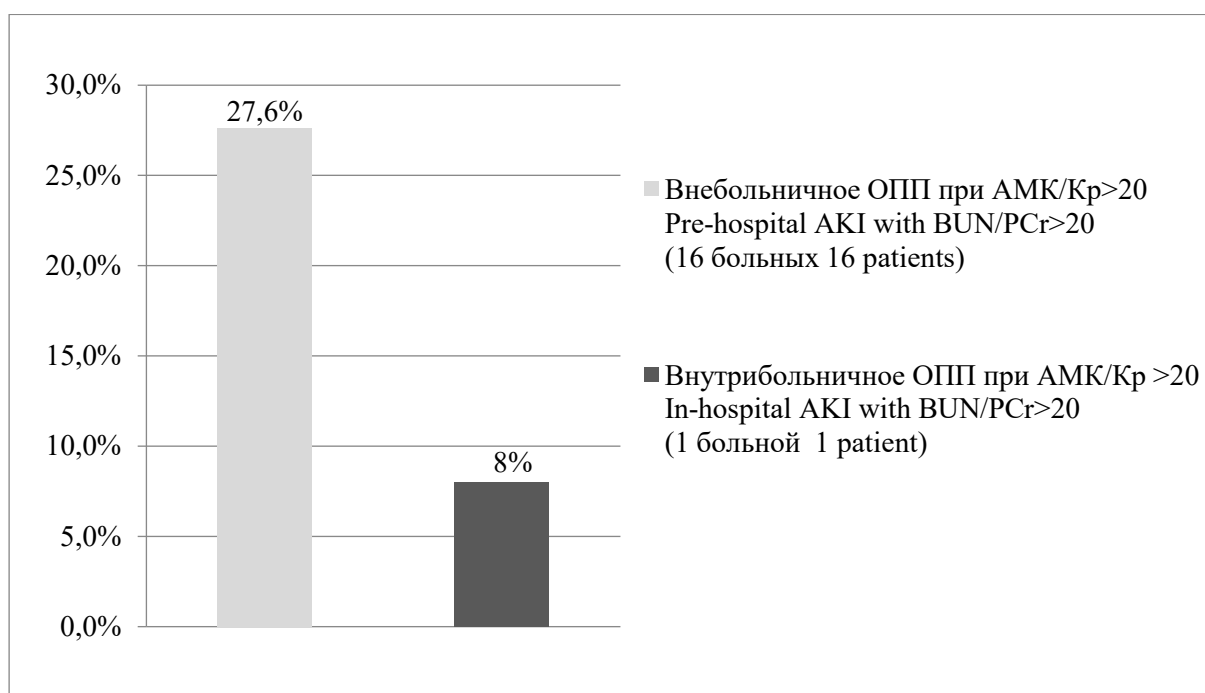


Рис. 2. Распределение внебольничного и внутрибольничного ОПП среди больных с высоким значением отношения АМК/Кр

Fig. 2. Pre-hospital and in-hospital AKI in patients with a high BUN/PCr ratio

Обсуждение. По данным литературы, частота развития ОПП при COVID-19 составляет от 5 % до 60 %, с преобладанием первой стадии ОПП [17]. В нашем исследовании ОПП наблюдалось у 70 (21,3 %) больных. ОПП 1-й стадии встречалось у большинства больных – у 55 (78,6 %) чел., 2-й стадии – у 11 (15,7 %), 3 стадии – у 4 (5,7 %) пациентов.

Острое повреждение почек значительно повышает внутрибольничную летальность [18]. В нашем исследовании у больных COVID-19 с ОПП относительный риск внутрибольничной летальности при сравнении с больными без ОПП составил 5,3 (95 % ДИ 1,7–16,1; $p=0,01$).

Традиционно ОПП делят на ренальное, преренальное и постренальное [15].

По данным литературы, частота внебольничного ОПП при COVID-19 варьирует от 19 % до 50 % и более [19], что, вероятно, может быть объяснено разным контингентом пациентов. В нашем исследовании внебольничное ОПП встречалось чаще – у 82,9 % больных. Показано, что у пациентов с COVID-19 и повышенным уровнем креатинина при поступлении введение альбумина приводило к снижению уровню креатинина сыворотки крови, что может свидетельствовать о преренальном ОПП [20].

Для диагностики преренального ОПП используют отношение азота мочевины сыворотки крови к креатинину сыворотки крови, объясняя это рядом факторов, по-разному влияющих на уровни мочевины и креатинина крови [15]. В нашем исследовании АМК/Кр > 20 при поступлении в стационар чаще наблюдалось при внебольничном ОПП, что указывает на существенный вклад преренального механизма развития ОПП.

Причинами преренального ОПП могут быть гиповолемия вследствие дегидратации за счет увеличения потерь жидкости (лихорадка, диарея) или недостаточного ее потребления (потеря аппетита) [21], снижение сердечного выброса, системная вазодилатация (в частности, при системном воспалительном ответе) [22]. Ряд исследований свидетель-

ствует о частом развитии гиповолемии и сложностях ее диагностики при COVID-19 [23, 24]. Как по нашим данным, так и по данным литературы, у большинства больных ОПП развивается еще на догоспитальном этапе лечения, что диктует необходимость профилактики его развития с первых дней инфекции.

Показано, что мужской пол, возраст, курение, ожирение, артериальная гипертензия, другая сердечно-сосудистая патология, сахарный диабет, онкологические заболевания, хроническая болезнь почек, механическая вентиляция и использование вазопрессоров являются независимыми факторами риска развития ОПП у взрослых больных COVID-19 [25].

Заключение. Почти у четверти госпитализированных больных COVID-19 развивается ОПП преимущественно 1-й стадии. Острое повреждение почек значительно повышает внутрибольничную летальность, при этом у большинства пациентов ОПП развивается еще на догоспитальном этапе лечения. В день госпитализации у четверти больных с догоспитальной ОПП отношение азота мочевины крови к креатинину составляло более 20, что может свидетельствовать о преренальном характере ОПП и значимости дегидратации (гиповолемии) как фактора риска ее развития. Профилактика ОПП должна начинаться на догоспитальном этапе и включать оценку и коррекцию гидратации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Chan L., Coca S.G. Acute Kidney Injury in the Time of COVID-19. *Kidney* 2020; 1 (7): 588–590. DOI: 10.34067/KID.0003722020.
2. Chawla L.S., Eggers P.W., Star R.A., Kimmel P.L. Acute kidney injury and chronic kidney disease as interconnected syndromes. *N Engl J Med.* 2014; 371 (1): 58–66. DOI: 10.1056/NEJMr1214243. PMID: 24988558.
3. Srisawat N., Hoste E.E., Kellum J.A. Modern classification of acute kidney injury. *Blood Purif.* 2010; 29 (3): 300–307.
4. Алексеева Е.И., Тепаев Р.Ф., Шилькром И.Ю., Дворяковская Т.М., Сурков А.Г., Круулин И.А. COVID-19-индуцированный «цитокиновый шторм» – особая форма синдрома активации макрофагов. *Вестник РАМН.* 2021; 76 (1): 51–66. DOI: <https://doi.org/10.15690/vramn1410>.
5. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)». Версия 14. URL: https://xn--80aacsfpbagmfblc0a.xn--p1ai/ai/doc/1213/attach/vmr_COVID-19_V14_27-12-2021.pdf (дата обращения: 27.12.2021).
6. Mohamed M.M.B., Velez J.C.Q. Proteinuria in COVID-19. *Clin Kidney J.* 2021; 14 (Suppl. 1): i40–i47. DOI: 10.1093/ckj/sfab036.

7. *Qureshi A.I., Baskett W.I., Huang W.* Acute Ischemic Stroke and COVID-19: An Analysis of 27 676 Patients. *Stroke*. 2021; 52 (3): 905–912. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.031786.
8. *Rahman M., Shad F., Smith M.C.* Acute kidney injury: a guide to diagnosis and management. *Am Fam Physician*. 2012; 86 (7): 631–639.
9. *Lameire N., Van Massenhove J., Van Biesen W.* What is the difference between prerenal and renal acute kidney injury? *Acta Clin Belg*. 2012; 67 (5): 309–314. DOI: 10.2143/ACB.67.5.2062681.
10. *Maioli M., Toso A., Leoncini M., Musilli N.* Pre-procedural bioimpedance vectorial analysis of fluid status and prediction of contrast-induced acute kidney injury. *J Am Coll Cardiol*. 2014; 63: 1387–1394.
11. *Mehta R.L.* International Society of Nephrology's Oby25 initiative for acute kidney injury (zero preventable deaths by 2025): a human rights case for nephrology. *The Lancet*. 2015; 385: 2616–2643.
12. *Смирнов А.В., Добронравов В.А., Румянцев А.Ш., Каюков И.Г.* Острое повреждение почек. Москва: МИА; 2015.
13. *Manoeuvrier G., Bach-Ngohou K., Batard E., Masson D., Trewick D.* Diagnostic performance of serum blood urea nitrogen to creatinine ratio for distinguishing prerenal from intrinsic acute kidney injury in the emergency department. *BMC Nephrol*. 2017; 18 (1): 173. DOI: 10.1186/s12882-017-0591-9.
14. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury / Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. *Kidney inter*. 2012; 2: 1–138.
15. Клинические рекомендации. Острое повреждение почек, 2020. URL: https://www.rusnephrology.org/wp-content/uploads/2020/12/AKI_final.pdf (дата обращения: 16.04.2022).
16. *Bellomo R., Goldsmith D.* The meaning of the blood urea nitrogen/creatinine ratio in acute kidney injury. *Clin Kidney J*. 2012; 5 (2): 187–191. DOI: 10.1093/ckj/sfs013.
17. *Gabarre P.* Acute kidney injury in critically ill patients with COVID-19. *Intensive Care Med*. 2020; 46 (7): 1339–1348.
18. *Hoste E.A.J., Kellum J.A., Selby N.M.* Global epidemiology and outcomes of acute kidney injury. *Nat Rev Nephrol*. 2018; 14 (10): 607–625. DOI: 10.1038/s41581-018-0052-0.
19. *Armando J.M.-R., Rigoberto D.Á., Méndez-Pérez R.A.* Community- and Hospital-Acquired Acute Kidney Injury in COVID-19: Different Phenotypes and Dismal Prognosis. *Blood Purif*. 2021; 50 (6): 931–941. DOI: 10.1159/000513948.
20. *Violi F., Cangemi R., Romiti G.F., Ceccarelli G.* Is Albumin Predictor of Mortality in COVID-19? *Antioxid Redox Signal*. 2021; 35 (2): 139–142. DOI: 10.1089/ars.2020.8142.
21. *Tarragón B., Valdenegro M., Serrano M.L.* Acute kidney failure in patients admitted due to COVID-19. *Nefrologia (Engl Ed)*. 2021; 41 (1): 34–40. DOI: 10.1016/j.nefro.2020.08.005.
22. *Pelayo J., Bryan Lo K., Bhargav R.* Clinical Characteristics and Outcomes of Community- and Hospital-Acquired Acute Kidney Injury with COVID-19 in a US Inner City Hospital System. *Cardiorenal Med*. 2020; 10 (4): 223–231. DOI: 10.1159/000509182.
23. *Maioli M., Toso A., Leoncini M., Musilli N.* Pre-procedural bioimpedance vectorial analysis of fluid status and prediction of contrast-induced acute kidney injury. *J Am Coll Cardiol*. 2014; 63: 1387–1394.
24. *Tzoulis P., Waung J.A., Bagkeris E., Hussein Z.* Dysnatremia is a Predictor for Morbidity and Mortality in Hospitalized Patients with COVID-19. *J Clin Endocrinol Metab*. 2021; 106 (6): 1637–1648. DOI: 10.1210/clinem/dgab107.
25. *Lin L., Wang X., Ren J., Sun Y., Yu R., Li K., Zheng L., Yang J.* 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.

Поступила в редакцию 15.07.2022; принята 03.10.2022.

Авторский коллектив

Сакаева Эльвира Раисовна – ассистент кафедры терапии и профессиональных болезней, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет». 432017, Россия, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42; e-mail: basyrova_e_r@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1646-3213>.

Шутов Александр Михайлович – доктор медицинских наук, профессор кафедры терапии и профессиональных болезней, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет». 432017, Россия, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42; e-mail: amshu@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1213-8600>.

Ефремова Елена Владимировна – доктор медицинских наук, доцент кафедры терапии и профессиональных болезней, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет». 432017, Россия, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42; e-mail: lena_1953@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7579-4824>.

Попондополо Ирина Олеговна – студентка, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет». 432017, Россия, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42; e-mail: Midlenko.Irina@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2743-3394>.

Образец цитирования

Сакаева Э.Р., Шутов А.М., Ефремова Е.В., Попондополо И.О. Острое повреждение почек у пациентов с COVID-19. Ульяновский медико-биологический журнал. 2022; 4: 49–57. DOI: 10.34014/2227-1848-2022-4-49-57.

ACUTE KIDNEY INJURY IN COVID-19 PATIENTS

E.R. Sakaeva, A.M. Shutov, E.V. Efremova, I.O. Popondopolo

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

Acute kidney injury (AKI) often complicates the progression of COVID-19 and increases in-hospital mortality.

The aim of the study is to analyze AKI frequency, the time of its development and the possibility of using the ratio blood urea nitrogen/blood creatinine (BUN/Cr) as a biomarker for AKI progression in COVID-19 patients.

Materials and methods. The authors examined 329 patients hospitalized with COVID-19 (157 women (47.7 %) and 172 men (52.3 %), mean age 58.0±14.3 years). The follow-up period was 12 months. COVID-19 was confirmed by a PCR test. AKI frequency, severity and time of development were studied in all patients. Moreover, the authors calculated the ratio blood urea nitrogen/blood creatinine (BUN/Cr, mg/dl:mg/dl).

Results. AKI was diagnosed in 70 patients (21.3 %), including 12 patients (17.1 %) with an increase in creatinine level after hospitalization (in-hospital AKI) and 58 patients (82.9 %) with a high creatinine level (pre-hospital AKI). AKI stage 1 was observed in 55 patients (78.6 %), stage 2 – in 11 patients (15.7 %), stage 3 – in 4 patients (5.7 %). In-hospital mortality in COVID-19 patients with AKI was 10 %, the relative mortality risk in COVID-19 patients with AKI was 5.3 (95 %, CI 1.7–16.1; p=0.01). In patients hospitalized with AKI, AUB/Cr>20 was observed on hospitalization in 16 patients (27.6 %). In patients with in-hospital AKI, AUB/Cr>20 was detected only in 1 person (8 %).

Conclusion. One in four patients hospitalized with COVID-19 develop AKI, predominantly stage 1. AKI increases in-hospital mortality. In most patients, AKI develops before hospitalization. In 27.6 % of patients with pre-hospital AKI, AUB/Cr>20 on hospitalization, which indicates the prerenal nature of AKI and the importance of dehydration (hypovolemia) as a risk factor for AKI progression in COVID-19 patients.

Key words: acute kidney injury, COVID-19, blood urea nitrogen/blood creatinine ratio (BUN/Cr), hypovolemia.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

References

1. Chan L., Coca S.G. Acute Kidney Injury in the Time of COVID-19. *Kidney 360*. 2020; 1 (7): 588–590. DOI: 10.34067/KID.0003722020.
2. Chawla L.S., Eggers P.W., Star R.A., Kimmel P.L. Acute kidney injury and chronic kidney disease as interconnected syndromes. *N Engl J Med*. 2014; 371 (1): 58–66. DOI: 10.1056/NEJMra1214243. PMID: 24988558.
3. Srisawat N., Hoste E.E., Kellum J.A. Modern classification of acute kidney injury. *Blood Purif*. 2010; 29 (3): 300–307.
4. Alekseeva E.I., Тепаев R.F., Шил'крот I.Yu., Dvoryakovskaya T.M., Surkov A.G., Kriulin I.A. COVID-19-induced «cytokine storm» – osobaya forma sindroma aktivatsii makrofagov [COVID-19-induced “cytokine storm” as a special form of macrophage activation syndrome]. *Vestnik RAMN*. 2021; 76 (1): 51–66. DOI: <https://doi.org/10.15690/vramn1410> (in Russian).

5. *Vremennye metodicheskie rekomendatsii «Profilaktika, diagnostika i lechenie novoy koronavirusnoy infektsii (COVID-19)»* [Interim guidelines “Prevention, diagnosis and treatment of a new coronavirus infection (COVID-19)”]. Versiya 14. Available at: https://xn--80aesfpebagmfb1c0a.xn--p1ai/ai/doc/1213/attach/vmr_COVID-19_V14_27-12-2021.pdf (accessed: December 27, 2021) (in Russian).
6. Mohamed M.M.B., Velez J.C.Q. Proteinuria in COVID-19. *Clin Kidney J.* 2021; 14 (Suppl. 1): i40–i47. DOI: 10.1093/ckj/sfab036.
7. Qureshi A.I., Baskett W.I., Huang W. Acute Ischemic Stroke and COVID-19: An Analysis of 27 676 Patients. *Stroke.* 2021; 52 (3): 905–912. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.031786.
8. Rahman M., Shad F., Smith M.C. Acute kidney injury: a guide to diagnosis and management. *Am Fam Physician.* 2012; 86 (7): 631–639.
9. Lameire N., Van Massenhove J., Van Biesen W. What is the difference between prerenal and renal acute kidney injury? *Acta Clin Belg.* 2012; 67 (5): 309–314. DOI: 10.2143/ACB.67.5.2062681.
10. Maioli M., Toso A., Leoncini M., Musilli N. Pre-procedural bioimpedance vectorial analysis of fluid status and prediction of contrast-induced acute kidney injury. *J Am Coll Cardiol.* 2014; 63: 1387–1394.
11. Mehta R.L. International Society of Nephrology's 0by25 initiative for acute kidney injury (zero preventable deaths by 2025): a human rights case for nephrology. *The Lancet.* 2015; 385: 2616–2643.
12. Smirnov A.V., Dobronravov V.A., Rumyantsev A.Sh., Kayukov I.G. *Ostroe povrezhdenie pochek* [Acute kidney injury]. Moscow: MIA; 2015 (in Russian).
13. Manoeuvrier G., Bach-Ngohou K., Batard E., Masson D., Trewick D. Diagnostic performance of serum blood urea nitrogen to creatinine ratio for distinguishing prerenal from intrinsic acute kidney injury in the emergency department. *BMC Nephrol.* 2017; 18 (1): 173. DOI: 10.1186/s12882-017-0591-9.
14. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury / Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. *Kidney inter.* 2012; 2: 1–138.
15. *Klinicheskie rekomendatsii. Ostroe povrezhdenie pochek, 2020* [Clinical guidelines. Acute kidney injury, 2020]. Available at: https://www.rusnephrology.org/wp-content/uploads/2020/12/AKI_final.pdf (accessed: April 16, 2022) (in Russian).
16. Bellomo R., Goldsmith D. The meaning of the blood urea nitrogen/creatinine ratio in acute kidney injury. *Clin Kidney J.* 2012; 5 (2): 187–191. DOI: 10.1093/ckj/sfs013.
17. Gabarre P. Acute kidney injury in critically ill patients with COVID-19. *Intensive Care Med.* 2020; 46 (7): 1339–1348.
18. Hoste E.A.J., Kellum J.A., Selby N.M. Global epidemiology and outcomes of acute kidney injury. *Nat Rev Nephrol.* 2018; 14 (10): 607–625. DOI: 10.1038/s41581-018-0052-0.
19. Armando J.M.-R., Rigoberto D.Á., Méndez-Pérez R.A. Community- and Hospital-Acquired Acute Kidney Injury in COVID-19: Different Phenotypes and Dismal Prognosis. *Blood Purif.* 2021; 50 (6): 931–941. DOI: 10.1159/000513948.
20. Violi F., Cangemi R., Romiti G.F., Ceccarelli G. Is Albumin Predictor of Mortality in COVID-19? *Antioxid Redox Signal.* 2021; 35 (2): 139–142. DOI: 10.1089/ars.2020.8142.
21. Tarragón B., Valdenebro M., Serrano M.L. Acute kidney failure in patients admitted due to COVID-19. *Nefrologia (Engl Ed).* 2021; 41 (1): 34–40. DOI: 10.1016/j.nefro.2020.08.005.
22. Pelayo J., Bryan Lo K., Bhargav R. Clinical Characteristics and Outcomes of Community- and Hospital-Acquired Acute Kidney Injury with COVID-19 in a US Inner City Hospital System. *Cardiorenal Med.* 2020; 10 (4): 223–231. DOI: 10.1159/000509182.
23. Maioli M., Toso A., Leoncini M., Musilli N. Pre-procedural bioimpedance vectorial analysis of fluid status and prediction of contrast-induced acute kidney injury. *J Am Coll Cardiol.* 2014; 63: 1387–1394.
24. Tzoulis P., Waung J.A., Bagkeris E., Hussein Z. Dysnatremia is a Predictor for Morbidity and Mortality in Hospitalized Patients with COVID-19. *J Clin Endocrinol Metab.* 2021; 106 (6): 1637–1648. DOI: 10.1210/clinem/dgab107.
25. Lin L., Wang X., Ren J., Sun Y., Yu R., Li K., Zheng L., Yang J. 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.

Received 15 July 2022; accepted 03 October 2022.

Information about the authors

Sakaeva El'vira Raisovna, Teaching Assistant, Chair of Therapy and Occupational Diseases, Ulyanovsk State University. 432017, Russia, Ulyanovsk, L. Tolstoy St., 42; e-mail: basyrova_e_r@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1646-3213>.

Shutov Aleksandr Mikhaylovich, Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Chair of Therapy and Occupational Diseases, Ulyanovsk State University. 432017, Russia, Ulyanovsk, L. Tolstoy St., 42; e-mail: amshu@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1213-8600>.

Efremova Elena Vladimirovna, Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor, Chair of Therapy and Occupational Diseases, Ulyanovsk State University. 432017, Russia, Ulyanovsk, L. Tolstoy St., 42; e-mail: lena_1953@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7579-4824>.

Popondopolo Irina Olegovna, Student, Ulyanovsk State University. 432017, Russia, Ulyanovsk, L. Tolstoy St., 42; e-mail: Midlenko.Irina@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2743-3394>.

For citation

Sakaeva E.R., Shutov A.M., Efremova E.V., Popondopolo I.O. Ostroe povrezhdenie pochetk u patsientov s SOVID-19 [Acute kidney injury in COVID-19 patients]. *Ulyanovskiy mediko-biologicheskiy zhurnal*. 2022; 4: 49–57. DOI: 10.34014/2227-1848-2022-4-49-57 (in Russian).