

УДК 616-002;616-06

https://doi.org/10.33619/2414-2948/79/38

КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧЕЧНОЙ ДИСФУНКЦИИ ПРИ КОРОНАВИРУСНОЙ БОЛЕЗНИ-2019 (COVID-19)

©*Абдурахманов И. У.*, Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия, ali_islam95@mail.ru

©*Сатарова А. А.*, Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева,
г. Бишкек, Кыргызстан, aselaiim.satarova@mail.ru

©*Гасанов К. А.*, Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева,
г. Бишкек, Кыргызстан, gassanov_k@mail.ru

©*Дуйшеева Г. К.*, Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева,
г. Бишкек, Кыргызстан, guzyu_88@mail.ru

©*Кадырбаева А. К.*, Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева,
г. Бишкек, Кыргызстан, alinakadyrbaeva9797@gmail.com

CLINICAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF RENAL DYSFUNCTION IN CORONAVIRUS DISEASE-2019 (COVID-19)

©*Abdurakhmanov I.*, Saint Petersburg State University,
St. Petersburg, Russia, ali_islam95@mail.ru

©*Satarova A.*, I.K. Akhunbaev Kyrgyz state medical academy,
Bishkek, Kyrgyzstan, aselaiim.satarova@mail.ru

©*Gasanov K.*, I.K. Akhunbaev Kyrgyz state medical academy,
Bishkek, Kyrgyzstan, gassanov_k@mail.ru

©*Duysheeva G.*, I.K. Akhunbaev Kyrgyz state medical academy,
Bishkek, Kyrgyzstan, guzyu_88@mail.ru

©*Kadyrbaeva A.*, I.K. Akhunbaev Kyrgyz state medical academy,
Bishkek, Kyrgyzstan, alinakadyrbaeva9797@gmail.com

Аннотация. В настоящее время проблема поражения почек на фоне пандемии новой коронавирусной инфекции приобрела серьезную опасность. С одной стороны, распространенность хронических заболеваний почек среди населения неуклонно растет, с другой — продемонстрировано, что лица с заболеванием почек относятся к группе уязвимых в аспекте повышенного риска заражения и неблагоприятного прогноза. Тяжесть поражения почек при новой коронавирусной инфекции зависит от множества факторов: возраст, вирусная нагрузка, наличие полиморбидности, полифармакотерапии и т.д. В представленном обзорном исследовании кратко изложены клинико-функциональные проявления поражения почек при новой коронавирусной инфекции. Показано, что наиболее частыми лабораторными проявлениями поражения почек у пациентов с новой коронавирусной инфекцией являются: гематурия, протеинурия и острое повреждение почек.

Abstract. Currently, the problem of kidney damage against the backdrop of a pandemic of a new coronavirus infection has become a serious danger. On the one hand, the prevalence of chronic kidney disease among the population is steadily increasing, on the other hand, it has been demonstrated that people with kidney disease belong to the group vulnerable in terms of increased risk of infection and poor prognosis. The severity of kidney damage with a new coronavirus infection depends on many factors: age, viral load, the presence of polymorbidity, polypharmacotherapy. The presented review study briefly outlines the clinical and functional

manifestations of kidney damage in a new coronavirus infection. It has been shown that the most common laboratory manifestations of kidney damage in patients with a new coronavirus infection are: hematuria, proteinuria, and acute kidney injury.

Ключевые слова: COVID-19, почечная дисфункция, течение, нефрофиброз.

Keywords: COVID-19, renal dysfunction, course, nephrofibrosis.

К настоящему времени свыше 520 млн людей перенесли инфекционное заболевание, вызванное новыми коронавирусами. Известно 7 коронавирусных инфекций, поражающих человека [1]. Название коронавирусов связано со строением вируса, шиповидные отростки которого напоминают солнечную корону. Коронавирусы входят в семейство РНК-содержащих вирусов, включающие более 43 видов, объединенных в 2 подсемейства [2]. В историческом плане коронавирус человека впервые был выделен в 1965 году от больных острыми респираторными заболеваниями. Геном коронавирусов представлен одноцепочечной (+) РНК, а нуклеокапсид окружен белковой мембраной и липосодержащей внешней оболочкой, от которой отходят булавовидные шиповидные отростки, напоминающие корону. SARS-CoV-2 (бетакоронавирус В) использует S-белок на короне для прикрепления к своему рецептору — ангиотензинпревращающему ферменту 2 (ACE2), а также к сериновой протеазе TMPRSS2 [3].

Клетка окутывает вирус своей мембраной, и образовавшийся мембранный пузырек оказывается в цитоплазме клетки. Два упомянутых белка-рецептора клетки трансформируют S-белок вируса таким образом, что мембраны вируса и клетки сливаются. После проникновения в клетку вирус с помощью внутриклеточных мембран создает мембранные пузырьки, к которым прикрепляются специальные белковые комплексы. В этих комплексах синтезируется копия геномной РНК вируса и короткие мРНК для синтеза белков вируса [4]. РНК вируса имеет 5'-метилированное начало и 3'-полиаденилированное окончание. Это позволяет вирусу иницировать на своих РНК сборку своих белков рибосомами клетки, которая не в состоянии определить, это РНК вируса или РНК для белков самой клетки. SARS-CoV-2 является весьма патогенным вирусом, источниками инфекций могут быть больной человек, а также животные. Основными механизмами передачи считаются воздушнокапельный, воздушно-пылевой, фекальнооральный, контактный. Заболеваемость коронавирусной инфекцией растет зимой и ранней весной. В структуре острых респираторных вирусных заболеваний коронавирусная инфекция составляет в среднем 15–20%.

Смертность от осложнений коронавирусной инфекции приблизилась к 6,3 млн человек по всему миру. К сожалению, несмотря на своевременную диагностику и лечение коронавирусной инфекции, смертность остается на высоком уровне. К тому же появляются новые штаммы, патогенность которых не вызывает сомнения. Самые высокие уровни заболеваемости новой коронавирусной инфекцией по-прежнему наблюдается в США, Индии, Бразилии и Англии. В Кыргызстане с начала 2022 года вновь регистрируются увеличение заболеваемости коронавирусной инфекцией. Так, 16.01.2022 года на территории Кыргызстана у 874 человек была выявлена коронавирусная инфекция, среди них оказались лица с повторными заражениями. С начала пандемии коронавирусной инфекцией в Кыргызстане смертность составила свыше 2991 человек.

По результатам многочисленных исследований было установлено, что при новой коронавирусной болезни — 2019 (COVID-19, Corona Virus Disease 2019) поражаются не только легкие, сердце, головной мозг, печень, но и мочевыделительная система [5-8].

Еще в начале эпидемии (2020г) исследователи Уханьского университета сообщали, что у лиц с COVID-19 и полисегментарной пневмонией наблюдается почечная дисфункция, причем степень тяжести почечных нарушений зависела от возраста, сопутствующих заболеваний и т. п. [9]. Многие исследователи отмечают, что механизм развития патологии почек при COVID-19 остается до конца не изученным. Хотя по накопленным данным, в качестве ведущего фактора вызывающего поражение почек рассматривается повреждение подоцитов, канальцев и интерстиция почечной ткани при инвазии SARS-CoV-2 [10]. Подтверждением этого предположения служит обнаружение вирусной частицы как в почечной ткани, так и в моче. Сообщались случаи возникновения фокального – сегментарного гломерулосклероза, острого тубулярного некроза у пациентов с тяжелым течением COVID-19 [11, 12].

Проявления почечной дисфункции у пациентов с COVID-19 и полисегментарной пневмонией колеблются от микроскопической гематурией вплоть до острого повреждения почек с развитием диализ — потребного состояния [13].

Частота поражения почек у лиц с COVID-19 резко возрастает при снижении лимфоцитов в периферической крови, значимо повышаются концентрации ферритина, Д-димера, прокальцитонина, С-реактивного белка, интерлейкинов сыворотки крови [5].

При COVID-19 сохранение цитокинового шторма приводит к развитию синдрома полиорганной недостаточности, которая часто становится причиной смерти больных.

Гематурия. При микроскопическом исследовании осадка мочи присутствие более трех эритроцитов в поле зрения принято считать гематурией. А при исследовании мочи по методу Нечипоренко присутствие свыше 1000 эритроцитов в 1 мл (порции) мочи указывает на гематурию. А. М. Ривкин и Н. А. Лисовая в обзорном исследовании подчеркивают, что по степени выраженности гематурии подразделяют на макрогематурию и микрогематурию [14]. Очевидно, что у пациентов с макрогематурией макроскопически моча приобретает красновато-бурую окраску или цвет «мясных помоев». Данный вид гематурии более характерен для лиц старших возрастных групп и наблюдается при COVID-19 в сочетании с мочекаменной болезнью, опухолях почки и мочевого пузыря, тромбоз почечных вен и т. д. При микрогематурии цвет мочи, как правило, не меняется. При исследовании мочи под микроскопом степень гематурии бывает различной. Вышеуказанные авторы [14] подразделяют гематурию на: выраженная гематурия (>50 эритроцитов в п/з); умеренная гематурия (30–50 в п/з); незначительная гематурия (до 10–15 в п/з).

При микрогематурии эритроциты проходят через анатомические поры из-за повышенной проницаемости базальной мембраны клубочков или канальцев почек. У лиц с COVID-19 наблюдается нарушение целостности базальной мембраны клубочков/канальцев почек, а также поражение капиллярной стенки и эндотелия [13]. Вносит вклад в развитие гематурии нарушение морфологических и функциональных свойств эритроцитов с одновременным снижением их заряд селективности [15].

Хотя отсутствует четкая взаимосвязь между выраженностью изменений в клубочках/канальцев почек и степенью гематурии. В ряде работ отмечено, что причина тяжелых исходов COVID-19 у пациентов с хронической болезнью почек обусловлена легочным и почечным тропизмом вируса SARS-CoV-2 [13].

Вместе с тем вносят вклад в тяжесть почечных заболеваний системная воспалительная реакция организма, возникающая в ответ на иммунные процессы, а также прием лекарственных препаратов. По данным отдельных исследовательских работ, у госпитализированных больных с COVID-19 частота гематурии составила 26,7% случаев при поступлении [16].

В другом исследовании, у лиц с COVID-19 частота гематурии равнялась 44% [17]. Данные о частоте встречаемости гематурии среди лиц с коронавирусной инфекцией различаются. Так, в исследовании М. А. Martinez-Rojas с соавторами показано, что феномен гематурии при COVID-19 зафиксировалась в 20% случаев [18]. По данным отечественных исследователей [19] у пациентов с COVID-19 и осложненной пневмонией в структуре мочевого синдрома преобладали лица с гематурией (76,2%). Как указывают исследователи, содержание воспалительного цитокина (интерлейкин-6) положительно коррелировала с уровнями С-реактивного белка и фибриногена, отрицательно — с уровнями гемоглобина, гематокрита, числом эритроцитов, средним содержанием гемоглобина в эритроцитах, относительным числом лимфоцитов. Одновременно исследователям удалось продемонстрировать прямую взаимосвязь концентрации фактора некроза опухоли-альфа с числом тромбоцитов, абсолютным числом лимфоцитов в периферической крови с одной стороны, и величиной протеинурии — с другой [19].

Протеинурия. Наиболее частым лабораторным проявлением поражения почек при коронавирусной инфекции является патологическая экскреция белка с мочой. По современным рекомендациям в норме величина альбуминурии за сутки не превышает более 10 мг или альбумин/креатинин соотношение менее 10 мг/г [20]. В обновленном документе по результатам Лондонской конференции K/DOQI (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative) и NKF (National Kidney Foundation) для описания градаций экскреции альбумина с мочой было предложено использовать определения «оптимальный» (2000 мг/г) [21]. В настоящее время нежелательно использование терминов «нормоальбуминурия», «микроальбуминурия» и «макроальбуминурия».

Во многих клинико-эпидемиологических работах установлено, что величина альбуминурии зависит от продолжительности сахарного диабета, гипертонической болезни, хронической сердечной недостаточности и ишемической болезни сердца [20, 21]. Кроме того, с повышением уровня систолического артериального давления, альбуминурия прогрессировала, а скорость клубочковой фильтрации снижалась [22]. Следовательно, альбуминурия, превышающая более 10 мг в сутки рассматривается как лабораторный признак поражения почек и фактор прогрессирования почечной недостаточности [20]. У пациентов с предгипертонией риск развития альбуминурии повышается в два и более раз. В свою очередь, повышение уровня систолического артериального давления даже на 10 мм рт. ст. приведет к увеличению риска развития хронической болезни почек на 6%. Как отмечают исследователи, примерно у 30–40% пациентов с COVID-19 регистрируется аномальная протеинурия [11, 12].

Ранее в проведенном неинтервенционном наблюдательном открытом многоцентровом исследовании ХРОНОГРАФ (Получение дополнительных данных о распространенности сниженной скорости клубочковой фильтрации и альбуминурии у пациентов с артериальной гипертензией с или без сахарного диабета 2-го типа в Российской Федерации) у 1600 пациентов с артериальной гипертензией и сахарным диабетом 2-го типа изучена частота маркеров хронической болезни почек, где у 32,6% пациентов была отмечена альбуминурия [23].

Как показывает клиническая практика, именно у лиц с артериальной гипертензией и сахарным диабетом COVID-19 протекает гораздо тяжелее. В упомянутом выше исследовании у лиц COVID-19 и пневмонией протеинурия была зафиксирована в 32,2% [19].

Необходимо подчеркнуть, что фактор некроза опухоли-альфа оказался значимым воспалительным цитокином, оказывающим негативное влияние на показатели фильтрационной функции почек и протеинурии. В последние годы особое внимание уделяется фактору некроза опухоли-альфа как ключевому цитокину, принимающему важное участие как в патогенезе инфекционных воспалительных заболеваний, так и при COVID-19 [24].

Повышенное содержание фактора некроза опухоли-альфа приводит к возникновению и прогрессированию различных осложнений COVID-19, к усугублению дыхательной недостаточности и смертности. Фактор некроза опухоли-альфа может усугублять также различные метаболические нарушения, в первую очередь, инсулинорезистентность и сахарный диабет. Фактор некроза опухоли-альфа стимулирует костную резорбцию (с возникновением остеопороза) и развивает саркопению [25].

По данным литературных данных, вирусные частицы выявляются в эндотелиальных клетках клубочков, что указывает на вирусемию как причину повреждения эндотелия в почках и вероятный фактор, способствующий развитию протеинурии [26, 27].

Кроме того, SARS-CoV-2 может непосредственно инфицировать эпителий почечных канальцев и подоциты через АПФ2-зависимый сигнальный путь и вызывать митохондриальную дисфункцию, острый канальцевый некроз, образование вакуолей в процессе реабсорбции белка, коллапсирующую гломерулопатию и проникновение белка в капсулу Шумлянского-Боумана [11, 12].

Острое повреждение почек. Под острым повреждением почек понимают патологическое состояние, при котором в результате непосредственного воздействия почечных и/или внепочечных повреждающих факторов развивается быстрое снижение объема клубочковой фильтрации или дисфункции почек различной степени выраженности. Острое повреждение почек является клинико-патофизиологическим синдромом. Согласно KDIGO от 2012 года острое повреждение почек определяется как увеличение креатинина в сыворотке крови на $\geq 26,5$ мкмоль/л в течение 48 ч или диурез $< 0,5$ мл/кг/ч в течение 6 ч. Острое повреждение почек проявляется широким спектром расстройств — от временного увеличения концентрации биомаркеров повреждения почек до тяжелых метаболических и клинических нарушений, требующих заместительной почечной терапии [28].

В клинической практике гиперкреатининемия, то есть, креатинин сыворотки крови ≥ 354 мкмоль/л при остром повреждении почек сопровождается олигурией.

Нередко у пациентов с COVID-19 наблюдается снижение объема клубочковой фильтрации, что проявляется азотемией и гипергидратацией организма. Частота острого повреждения почек при COVID-19 находится в прямой зависимости от скорости развития цитокинового шторма, где происходит снижение фильтрационного давления в клубочках и замедление клубочковой фильтрации. По литературным данным, возникновение острого повреждения почек у лиц с тяжелым течением COVID-19 объясняется уменьшением эффективного почечного кровотока в результате системного гипериммунного воспаления и изменение гемореологии крови [29].

Нельзя не отметить роль сопутствующих заболеваний в развитии острого повреждения почек, таких как сахарный диабет, артериальная гипертензия, морбидное ожирение, сердечная недостаточность и т. д. Так, отдельные исследователи сообщают, что примерно

70% пациентов, которые умерли от COVID-19 в анамнезе имели сахарный диабет или сердечнососудистые патологии [30].

В одномоментных исследованиях было установлено, что у лиц с COVID-19 частота острого повреждения почек составила в 19% случаев [31]. В ряде работ отмечено, что пациенты с COVID-19 и острым повреждением почек часто нуждаются в непрерывном гемодиализе [32].

По результатам исследования отечественных работ снижение скорости клубочковой фильтрации ≤ 89 мл/мин/1,73 м² регистрировалась у 52 (29,3%) пациентов с COVID-19, при этом у 13 (7,3%) уровень расчетной скорости клубочковой фильтрации был < 60 мл/мин/1,73 м² [19, 33].

Следует подчеркнуть, что пациентам с тяжелым течением COVID-19 потребовалось использование комбинированных противомикробных препаратов, включая нестреидных противовоспалительных средств. Хотя отрицательные эффекты указанных лекарственных препаратов на функциональное состояние почек известны давно. Необратимые морфофункциональные изменения почечной ткани у пациентов с COVID-19 были получены в ряде отдельных работ [34–37]. Имеются публикации, где по результатам ретроспективной работы продемонстрировано, что каждый второй пациент с тяжелым течением COVID-19 осложненный острым повреждением почек закончился фатальным случаем [36].

Своевременная диагностика почечной дисфункции при COVID-19 и использование профилактических мер для снижения риска развития острого повреждения почек имеют решающее значение для снижения заболеваемости и смертности. Подытоживая представленные данные можно отметить, что в ближайшее время число пациентов с хроническим заболеванием почек будет расти, и в это определенный вклад вносит не только новая коронавирусная инфекция, но и характер проводимой терапии лицам COVID-19 в госпитальном и постгоспитальном этапе.

Список литературы:

1. Xu X., Chen P., Wang J., Feng J., Zhou H., Li X., Hao P. Evolution of the novel coronavirus from the ongoing Wuhan outbreak and modeling of its spike protein for risk of human transmission // Science China Life Sciences. 2020. V. 63. №3. P. 457-460. <https://doi.org/10.1007/s11427-020-1637-5>
2. King A. M., Lefkowitz E., Adams M. J., Carstens E. B. Virus taxonomy: ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier, 2011. V. 9.
3. Стасевич К. Жизнь и устройство коронавирусов // Наука и жизнь. 2020. Т. 4. С. 8-13.
4. Ziebuhr J., Snijder E. J. The coronavirus replicase gene: special enzymes for special viruses // Coronaviruses-Molecular and Cellular Biology. Caister Academic Press, 2007. P. 33-63.
5. Глыбочко П. В., Фомин В. В., Моисеев С. В. и др. Исходы у больных с тяжелым течением COVID-19, госпитализированных для респираторной поддержки в отделения реанимации и интенсивной терапии // Клиническая фармакология и терапия. 2020. Т. 29. №3. С. 25-36.
6. Драпкина О. М., Самородская И. В., Сивцева М. Г., Какорина Е. П., Брико Н. И., Черкасов С. Н., Мальков П. Г. COVID-19: неотложные вопросы оценки заболеваемости, распространенности, летальности и смертности // Профилактическая медицина. 2020. Т. 23. №1. С. 7-13. <https://doi.org/10.17116/profmed2020230117>
7. Коган Е. А., Березовский Ю. С., Благова О. В., Куклева А. Д., Богачева Г. А., Курилина Э. В., Фомин В. В. Миокардит у пациентов с COVID-19, подтвержденный

результатами иммуногистохимического исследования // Кардиология. 2020. Т. 60. №7. С. 4-10. <https://doi.org/10.18087/cardio.2020.7.n1209>

8. Муркамилов И. Т., Айтбаев К. А., Муркамилова Ж. А., Кудайбергенова И. О., Маанаев Т. И., Сабиров И. С., Юсупов Ф. А. Коронавирусная болезнь-2019 (COVID-19): течение и отдаленные последствия // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №9. С. 271-291. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/24>

9. Su H., Yang M., Wan C., Yi L. X., Tang F., Zhu H. Y., Zhang C. Renal histopathological analysis of 26 postmortem findings of patients with COVID-19 in China // *Kidney international*. 2020. V. 98. №1. P. 219-227. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.04.003>

10. Yang X., Yu Y., Xu J., Shu H., Liu H., Wu Y., Shang Y. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study // *The Lancet Respiratory Medicine*. 2020. V. 8. №5. P. 475-481. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30079-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30079-5)

11. Sharma Y., Nasr S. H., Larsen C. P., Kemper A., Ormsby A. H., Williamson S. R. COVID-19-associated collapsing focal segmental glomerulosclerosis: a report of 2 cases // *Kidney medicine*. 2020. V. 2. №4. P. 493-497. <https://doi.org/10.1016/j.xkme.2020.05.005>

12. Magoon S., Bichu P., Malhotra V., Alhashimi F., Hu Y., Khanna S., Berhanu K COVID-19 - Related glomerulopathy: a report of 2 cases of collapsing focal segmental glomerulosclerosis // *Kidney medicine*. 2020. V. 2. №4. P. 488-492. <https://doi.org/10.1016/j.xkme.2020.05.004>

13. Томилина Н. А., Фролова Н. Ф., Артюхина Л. Ю., Усатюк С. С., Бурулева Т. А., Дьякова Е. Н., Фролов А. В., Лосс К. Э., Зубкин М. Л., Ким И. Г., Волгина Г. В. Covid-19: связь с патологией почек. Обзор литературы // *Нефрология и диализ*. 2021. Т. 23. №2. С. 147-159. <https://doi.org/10.28996/2618-9801-2021-2-147-159>

14. Ривкин А. М., Лисовая Н. А. Гематурия как проявление изолированного мочевого синдрома у детей // *Лечащий врач*. 2010. №. 8. С. 32-32.

15. Шилов Е. М., Бобкова И. Н., Колина И. Б., Камышова Е. С. Клинические рекомендации по диагностике и лечению IgA-нефропатии // *Нефрология*. 2015. Т. 19. №6. С. 83-92.

16. Cheng Y., Luo R., Wang K., Zhang M., Wang Z., Dong L., Xu G. Kidney impairment is associated with in-hospital death of COVID-19 patients // *MedRxiv*. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.03.005>

17. Li Z., Wu M., Yao J., Guo J., Liao X., Song S., Yan J. Caution on kidney dysfunctions of COVID-19 patients. 2020. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3559601>

18. Martinez-Rojas M. A., Vega-Vega O., Bobadilla N. A. Is the kidney a target of SARS-CoV-2? // *American Journal of Physiology-Renal Physiology*. 2020. V. 318. №6. P. F1454-F1462. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.00160.2020>

19. Муркамилов И. Т., Айтбаев К. А., Фомин В. В., Кудайбергенова И. О., Муркамилова Ж. А., Юсупов Ф. А. Функция почек и изменения цитокинового профиля при COVID-19 // *Клиническая нефрология*. 2020. Т. 12. №3. С. 22-30. <https://doi.org/10.18565/nephrology.2020.3.22-30>

20. Смирнов А. В., Шилов Е. М., Добронравов В. А., Каюков И. Г., Бобкова И. Н., Швецов М. Ю., Шутов А. М. Хроническая болезнь почек: основные принципы скрининга, диагностики, профилактики и подходы к лечению // *Клиническая нефрология*. 2012. №4. С. 4-26.

21. Eknoyan G., Hostetter T., Bakris G. L., Hebert L., Levey A. S., Parving H. H., Toto R. Proteinuria and other markers of chronic kidney disease: a position statement of the national kidney foundation (NKF) and the national institute of diabetes and digestive and kidney diseases (NIDDK) 1 // American Journal of Kidney Diseases. 2003. V. 42. №4. P. 617-622. [https://doi.org/10.1016/S0272-6386\(03\)00826-6](https://doi.org/10.1016/S0272-6386(03)00826-6)

22. Мехдиев С. Х., Мустафаев И. И., Мамедов М. Н. Взаимосвязь хронической болезни почек с гликемическим статусом, сердечно-сосудистыми заболеваниями и лабораторными показателями у пациентов с сахарным диабетом 2 типа // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2019. Т. 18. № 3. С. 48-56. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2019-3-48-56>

23. Кобалава Ж. Д., Виллеваальде С. В., Боровкова Н. Ю., Шутов А. М., Ничик Т. Е., Сафуанова Г. Ш. От имени исследователей программы ХРОНОГРАФ. Распространенность маркеров хронической болезни почек у пациентов с артериальной гипертензией: результаты эпидемиологического исследования ХРОНОГРАФ // Кардиология. 2017. Т. 57. №10. С. 39-44.

24. Муркамилов И. Т., Айтбаев К. А., Кудайбергенова И. О., Фомин В. В., Муркамилова Ж. А., Юсупов Ф. А. Поражение мышечной системы при COVID-19 // Архивъ внутренней медицины. 2021. Т. 11. №2 (58).

25. Тополянская С. В. Фактор некроза опухоли-альфа и возраст-ассоциированная патология // Архивъ внутренней медицины. 2020. Т. 10. №6 (56). С. 414-421. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2020-10-6-414-421>

26. Литвинов А. С., Савин А. В., Кухтина А. А., Ситовская Д. А. Патогенез внелегочного поражения органов при инфицировании коронавирусом SARS-COV-2 (аналитический обзор) // Нефрология. 2021. Т. 25. №2. С. 18-26. <https://doi.org/10.36485/1561-6274-2021-25-2-18-26>

27. Гасанов М. З., Батюшин М. М., Литвинов А. С., Терентьев В. П. Консенсусный отчет 25-й рабочей группы «Инициативы по качеству острых заболеваний»(ADQI) по Covid-19-ассоциированному острому повреждению почек: перевод рекомендаций // Клиническая нефрология. 2021. Т. 13. №1. С. 27-49. <https://doi.org/10.18565/nephrology.2021.1.27-49>

28. Kellum J. A., Lameire N., Aspelin P., Barsoum R. S., Burdmann E. A., Goldstein S. L., Uchino S. Kidney disease: improving global outcomes (KDIGO) acute kidney injury work group. KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury // Kidney international supplements. 2012. V. 2. №1. P. 1-138. <https://doi.org/10.1038/kisup.2012.1>

29. Смирнов А. В., Добронравов В. А., Шилов Е. М. Острое повреждение почек. Нефрология. Клинические рекомендации. ГЭОТАР-Медиа.2016.С.816.

30. Remuzzi A., Remuzzi G. COVID-19 and Italy: what next? // The lancet. 2020. V. 395. №10231. P. 1225-1228. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30627-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30627-9)

31. Li Z., Wu M., Yao J., Guo J., Liao X., Song S., Yan J. Caution on kidney dysfunctions of COVID-19 patients. 2020. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3559601>

32. Yang X., Yu Y., Xu J., Shu H., Liu H., Wu Y., Shang Y. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study // The Lancet Respiratory Medicine. 2020. V. 8. №5. P. 475-481. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30079-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30079-5)

33. Муркамилов И. Т., Сабиров И. С., Фомин В. В., Кудайбергенова И. О., Муркамилова Ж. А., Юсупов Ф. А. Фактор роста эндотелия сосудов при новой коронавирусной болезни-2019 (COVID-19), осложненной пневмонией // Вопросы

биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2021. Т. 24. №6. С. 3-10.
<https://doi.org/10.29296/25877313-2021-06-01>

34. Su H., Yang M., Wan C., Yi L. X., Tang F., Zhu H. Y., Zhang C. Renal histopathological analysis of 26 postmortem findings of patients with COVID-19 in China // *Kidney international*. 2020. V. 98. №1. P. 219-227. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.04.003>

35. Diao B., Wang C., Wang R., Feng Z., Zhang J., Yang H., Chen Y. Human kidney is a target for novel severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection // *Nature communications*. 2021. V. 12. №1. P. 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22781-1>

36. Zhou F., Yu T., Du R., Fan G., Liu Y., Liu Z., Cao B. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study // *The lancet*. 2020. V. 395. №10229. P. 1054-1062. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3)

37. Сивков А. В., Корякин А. В., Синягин А. А., Аполихин О. И., Каприн А. Д. Мочеполовая система и COVID-19: некоторые аспекты // *Экспериментальная и клиническая урология*. 2020. №2. С. 18-23. <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2020-12-2-18-23>

References:

1. Xu, X., Chen, P., Wang, J., Feng, J., Zhou, H., Li, X., ... & Hao, P. (2020). Evolution of the novel coronavirus from the ongoing Wuhan outbreak and modeling of its spike protein for risk of human transmission. *Science China Life Sciences*, 63(3), 457-460. <https://doi.org/10.1007/s11427-020-1637-5>

2. King, A. M., Lefkowitz, E., Adams, M. J., & Carstens, E. B. (Eds.). (2011). *Virus taxonomy: ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses* (Vol. 9). Elsevier.

3. Stasevich, K. (2020). Zhizn' i ustroystvo koronavirusov. *Nauka i zhizn'*, 4, 8-13.

4. Ziebuhr, J., & Snijder, E. J. (2007). The coronavirus replicase gene: special enzymes for special viruses. In *Coronaviruses-Molecular and Cellular Biology* (pp. 33-63). Caister Academic Press.

5. Glybochko, P. V., Fomin, V. V., & Moiseev, S. V. (2020). Iskhody u bol'nykh s tyazhelym techeniem COVID-19, gospitalizirovannykh dlya respiratornoi podderzhki v otdeleniya reanimatsii i intensivnoi terapii. *Klinicheskaya farmakologiya i terapiya*, 29(3), 25-36. (in Russian).

6. Drapkina, O. M., Samorodskaya, I. V., Sivtseva, M. G., Kakorina, E. P., Briko, N. I., Cherkasov, S. N., ... & Mal'kov, P. G. (2020). COVID-19: neotlozhnye voprosy otsenki zabolevaemosti, rasprostranennosti, letal'nosti i smertnosti. *Profilakticheskaya meditsina*, 23(1), 7-13. (in Russian). <https://doi.org/10.17116/profmed2020230117>

7. Kogan, E. A., Berezovskii, Yu. S., Blagova, O. V., Kukleva, A. D., Bogacheva, G. A., Kurilina, E. V., & Fomin, V. V. (2020). Miokardit u patsientov s COVID-19, podtverzhdennyi rezul'tatami immunogistokhimicheskogo issledovaniya. *Kardiologiya*, 60(7), 4-10. (in Russian). <https://doi.org/10.18087/cardio.2020.7.n1209>

8. Murkamilov, I., Aitbaev, K., Murkamilova, Zh., Kudaibergenova, I., Maanaev, T., Sabirov, I., & Yusupov, F. (2021). Coronavirus Disease-2019 (COVID-19): Course and Long-term Consequences. *Bulletin of Science and Practice*, 7(9), 271-291. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/24>

9. Su, H., Yang, M., Wan, C., Yi, L. X., Tang, F., Zhu, H. Y., ... & Zhang, C. (2020). Renal histopathological analysis of 26 postmortem findings of patients with COVID-19 in China. *Kidney international*, 98(1), 219-227. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.04.003>

10. Yang, X., Yu, Y., Xu, J., Shu, H., Liu, H., Wu, Y., ... & Shang, Y. (2020). Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-

centered, retrospective, observational study. *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(5), 475-481. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30079-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30079-5)

11. Sharma, Y., Nasr, S. H., Larsen, C. P., Kemper, A., Ormsby, A. H., & Williamson, S. R. (2020). COVID-19-associated collapsing focal segmental glomerulosclerosis: a report of 2 cases. *Kidney medicine*, 2(4), 493-497. <https://doi.org/10.1016/j.xkme.2020.05.005>

12. Magoon, S., Bichu, P., Malhotra, V., Alhashimi, F., Hu, Y., Khanna, S., & Berhanu, K. (2020). COVID-19-Related glomerulopathy: a report of 2 cases of collapsing focal segmental glomerulosclerosis. *Kidney medicine*, 2(4), 488-492. <https://doi.org/10.1016/j.xkme.2020.05.004>

13. Tomilina, N. A., Frolova, N. F., Artyukhina, L. Yu., Usatyuk, S. S., Buruleva, T. A., D'yakova, E. N., ... & Volgina, G. V. (2021). Covid-19: svyaz' s patologiei poчек. Obzor literatury. *Nefrologiya i dializ*, 23(2), 147-159. (in Russian). <https://doi.org/10.28996/2618-9801-2021-2-147-159>

14. Rivkin, A. M., & Lisovaya, N. A. (2010). Gematuriya kak proyavlenie izolirovannogo mochevogo sindroma u detei. *Lechashchii vrach*, (8), 32-32. (in Russian).

15. Shilov, E. M., Bobkova, I. N., Kolina, I. B., & Kamyshova, E. S. (2015). Klinicheskie rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu IgA-nefropatii. *Nefrologiya*, 19(6), 83-92. (in Russian).

16. Cheng, Y., Luo, R., Wang, K., Zhang, M., Wang, Z., Dong, L., ... & Xu, G. (2020). Kidney impairment is associated with in-hospital death of COVID-19 patients. *MedRxiv*. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.03.005>

17. Li, Z., Wu, M., Yao, J., Guo, J., Liao, X., Song, S., ... & Yan, J. (2020). Caution on kidney dysfunctions of COVID-19 patients. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3559601>

18. Martinez-Rojas, M. A., Vega-Vega, O., & Bobadilla, N. A. (2020). Is the kidney a target of SARS-CoV-2?. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 318(6), F1454-F1462. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.00160.2020>

19. Murkamilov, I. T., Aitbaev, K. A., Fomin, V. V., Kudaibergenova, I. O., Murkamilova, Zh. A., & Yusupov, F. A. (2020). Funktsiya poчек i izmeneniya tsitokinovogo profilya pri COVID-19. *Klinicheskaya nefrologiya*, 12(3), 22-30. (in Russian). <https://doi.org/10.18565/nephrology.2020.3.22-30>

20. Smirnov, A. V., Shilov, E. M., Dobronravov, V. A., Kayukov, I. G., Bobkova, I. N., Shvetsov, M. Yu., ... & Shutov, A. M. (2012). Khronicheskaya bolezni' poчек: osnovnye printsipy skringa, diagnostiki, profilaktiki i podkhody k lecheniyu. *Klinicheskaya nefrologiya*, (4), 4-26. (in Russian).

21. Eknoyan, G., Hostetter, T., Bakris, G. L., Hebert, L., Levey, A. S., Parving, H. H., ... & Toto, R. (2003). Proteinuria and other markers of chronic kidney disease: a position statement of the national kidney foundation (NKF) and the national institute of diabetes and digestive and kidney diseases (NIDDK) 1. *American Journal of Kidney Diseases*, 42(4), 617-622. [https://doi.org/10.1016/S0272-6386\(03\)00826-6](https://doi.org/10.1016/S0272-6386(03)00826-6)

22. Mekhdiev, S. Kh., Mustafaev, I. I., & Mamedov, M. N. (2019). Vzaimosvyaz' khronicheskoi bolezni poчек s glikemicheskim statusom, serdechno-sosudistymi zabolevaniyami i laboratornymi pokazatelyami u patsientov s sakharnym diabetom 2 tipa. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*, 18(3), 48-56. (in Russian). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2019-3-48-56>

23. Kobalava, Zh. D., Villeval'de, S. V., Borovkova, N. Yu., Shutov, A. M., Nichik, T. E., & Safuanova, G. Sh. (2017). ot imeni issledovatelei programmy KhRONOGRAF. Rasprostranennost' markerov khronicheskoi bolezni poчек u patsientov s arterial'noi gipertoniei: rezul'taty epidemiologicheskogo issledovaniya KhRONOGRAF. *Kardiologiya*, 57(10), 39-44. (in Russian).

24. Murkamilov, I. T., Aitbaev, K. A., Kudaibergenova, I. O., Fomin, V. V., Murkamilova, Zh. A., & Yusupov, F. A. (2021). Porazhenie myshechnoi sistemy pri COVID-19. *Arkhiv" vnutrennei meditsiny*, 11(2 (58)). (in Russian).
25. Topolyanskaya, S. V. (2020). Faktor nekroza opukholi-al'fa i vozrast-assotsirovannaya patologiya. *Arkhiv" vnutrennei meditsiny*, 10(6 (56)), 414-421. (in Russian). <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2020-10-6-414-421>
26. Litvinov, A. S., Savin, A. V., Kukhtina, A. A., & Sitovskaya, D. A. (2021). Patogenez vnelegochnogo porazheniya organov pri infitsirovanii koronavirusom SARS-COV-2 (analiticheskii obzor). *Nefrologiya*, 25(2), 18-26. (in Russian). <https://doi.org/10.36485/1561-6274-2021-25-2-18-26>
27. Gasanov, M. Z., Batyushin, M. M., Litvinov, A. S., & Terent'ev, V. P. (2021). Konsensusnyi otchet 25-i rabochei gruppy «Initsiativy po kachestvu ostrykh zabolevaniy»(ADQI) po Covid-19-assotsirovannomu ostromu povrezhdeniyu pochek: perevod rekomendatsii. *Klinicheskaya nefrologiya*, 13(1), 27-49. (in Russian). <https://doi.org/10.18565/nephrology.2021.1.27-49>
28. Kellum, J. A., Lameire, N., Aspelin, P., Barsoum, R. S., Burdmann, E. A., Goldstein, S. L., ... & Uchino, S. (2012). Kidney disease: improving global outcomes (KDIGO) acute kidney injury work group. KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury. *Kidney international supplements*, 2(1), 1-138. <https://doi.org/10.1038/kisup.2012.1>
29. Smirnov A.V., Dobronravov V.A., Shilov E.M., et al. Acute kidney injury. *Nephrology. Clinical guidelines*. GEOTAR-Media.2016.S.816. (in Russian).
30. Remuzzi, A., & Remuzzi, G. (2020). COVID-19 and Italy: what next?. *The lancet*, 395(10231), 1225-1228. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30627-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30627-9)
31. Li, Z., Wu, M., Yao, J., Guo, J., Liao, X., Song, S., ... & Yan, J. (2020). Caution on kidney dysfunctions of COVID-19 patients. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3559601>
32. Yang, X., Yu, Y., Xu, J., Shu, H., Liu, H., Wu, Y., ... & Shang, Y. (2020). Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(5), 475-481. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30079-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30079-5)
33. Murkamilov, I. T., Sabirov, I. S., Fomin, V. V., Kudaibergenova, I. O., Murkamilova, Zh. A., & Yusupov, F. A. (2021). Faktor rosta endoteliya sosudov pri novoi koronavirusnoi bolezni-2019 (COVID-19), oslozhnennoi pnevmoniei. *Voprosy biologicheskoi, meditsinskoi i farmatsevticheskoi khimii*, 24(6), 3-10. (in Russian). <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-06-01>
34. Su, H., Yang, M., Wan, C., Yi, L. X., Tang, F., Zhu, H. Y., ... & Zhang, C. (2020). Renal histopathological analysis of 26 postmortem findings of patients with COVID-19 in China. *Kidney international*, 98(1), 219-227. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.04.003>
35. Diao, B., Wang, C., Wang, R., Feng, Z., Zhang, J., Yang, H., ... & Chen, Y. (2021). Human kidney is a target for novel severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection. *Nature communications*, 12(1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22781-1>
36. Zhou, F., Yu, T., Du, R., Fan, G., Liu, Y., Liu, Z., ... & Cao, B. (2020). Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *The lancet*, 395(10229), 1054-1062. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3)

37. Sivkov, A. V., Koryakin, A. V., Sinyagin, A. A., Apolikhin, O. I., & Kaprin, A. D. (2020). Mochepolovaya sistema i COVID-19: nekotorye aspekty. *Eksperimental'naya i klinicheskaya urologiya*, (2), 18-23. (in Russian). <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2020-12-2-18-23>

Работа поступила
в редакцию 02.05.2022 г.

Принята к публикации
09.05.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Абдурахманов И. У., Сатарова А. А., Гасанов К. А., Дуйшеева Г. К., Кадырбаева А. К. Клинико-функциональная характеристика почечной дисфункции при коронавирусной болезни-2019 (COVID-19) // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №6. С. 386-397. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/79/38>

Cite as (APA):

Abdurakhmanov, I., Satarova, A., Gasanov, K., Duysheeva, G., & Kadyrbaeva, A. (2022). Clinical and Functional Characteristics of Renal Dysfunction in Coronavirus Disease-2019 (COVID-19). *Bulletin of Science and Practice*, 8(6), 386-397. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/79/38>