

УДК 616-092

Патология почек при вирусных заболеваниях органов дыхания, включая COVID-19

Александрова С.Г., Бычкова Л.В., Александрова М.Р., Политидис Р.Р., Кислый Н.Д.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов».

117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

В данной обзорной статье представлен материал по выявлению почечной патологии при респираторных инфекциях (вирусных и бактериальных), в том числе при новой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2. Описаны существующие на сегодняшний день клинические варианты течения новой инфекции, вероятные патогенетические механизмы развития осложнённого и неосложнённого течения. Изучение патогенеза поражения почек при коронавирусной пневмонии, поиск оптимальной терапии осложнений со стороны почек при коронавирусной пневмонии и меры их профилактики продолжают.

Ключевые слова: респираторные инфекции; почечная патология; SARS-CoV-2; SARS-CoV-2-ассоциированная пневмония.

Для цитирования: Александрова С.Г., Бычкова Л.В., Александрова М.Р., Политидис Р.Р., Кислый Н.Д. Патология почек при вирусных заболеваниях органов дыхания, включая COVID-19. *Патогенез*. 2022; 20(4): 40-46

DOI: 10.25557/2310-0435.2022.04.40-46

Для корреспонденции: Политидис Рита Романовна, e-mail: politidis-rr@rudn.ru

Финансирование. Исследование не имеет спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 24.07.2022

Kidney pathology in viral respiratory diseases, including COVID-19

Aleksandrova S.G., Bychkova L.V., Alexandrova M.R., Politidis R.R., Kisly N.D.

Russian University of People's Friendship,

Miklukho-Maklaya St. 6, Moscow 117198, Russian Federation

This review presents data on the detection of renal pathology associated with respiratory infections (viral and bacterial), including the novel coronavirus infection, SARS-CoV-2. Currently known clinical variants of the course of this novel infection and possible pathogenetic mechanisms of complicated and uncomplicated courses are described. Studies of the pathogenesis of kidney damage in coronavirus pneumonia and searches for optimal therapy and prevention of kidney complications in coronavirus pneumonia are ongoing.

Keywords: respiratory infections; renal pathology; SARS-CoV-2; SARS-CoV-2-associated pneumonia.

For citation: Aleksandrova S.G., Bychkova L.V., Alexandrova M.R., Politidis R.R., Kisly N.D. [Kidney pathology in viral respiratory diseases, including COVID-19]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2022; 20(4): 40-46 (in Russian)

DOI: 10.25557/2310-0435.2022.04.40-46

For correspondence: Politidis Rita Romanovna, e-mail: politidis-rr@rudn.ru

Funding. The study had no sponsorship.

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

Received: 24.07.2022

Патология почек при вирусных заболеваниях органов дыхания

По данным ВОЗ, в структуре общей заболеваемости на долю органов дыхания приходится до 40% [1, 2]. Самыми распространенными в мире формами болезней органов дыхания, как и прежде, остаются острые респираторные вирусные инфекции (ОРВИ) – 90% всей инфекционной патологии [3-6]. Во время эпидемий гриппа отмечается высокий уровень заболеваемости и тяжёлого течения пневмоний с летальным исходом. Повсеместно проблемами здравоохранения являются как сам грипп, так и ассоциированные с ним пневмонии [7-9]. Вариантов течения грипп-ассоциированной пневмонии несколько: первично неосложнённая или осложнённая инфекция (респираторный дистресс-синдром), комбинированная вирусно-бактериальная пневмония [10].

К факторам риска развития осложнённого течения гриппа и ОРВИ относят позднее обращение к врачу и позднюю госпитализацию, отсутствие стартовой противовирусной терапии или позднее её назначение, наличие сопутствующих хронических соматических заболеваний (эндокринные заболевания, хронические сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ)), а также пожилой возраст [11]. Осложнениями вирусных заболеваний органов дыхания со стороны сердечно-сосудистой системы чаще всего являются миокардиты и перикардиты, со стороны дыхательной системы – тяжёлые пневмонии, ангины, гаймориты, а также поражение мочевыделительной системы [11].

Вирусемия при гриппе является главной фазой течения патологического процесса, вследствие которой в случае массивной вирусемии развивается инфекционно-токсический шок, характеризующийся угрожаю-

щими для жизни состояниями: острой сердечно-сосудистой или почечной недостаточностью, отёками лёгких, мозга, синдромом диссеминированного внутрисосудистого свертывания (ДВС). Тяжёлые сопутствующие заболевания, снижение защитных механизмов организма достаточно часто приводят к развитию осложнений со стороны органов мочевого выделения у больных с вирусными заболеваниями органов дыхания [12].

При пневмониях различной этиологии в развитии патологии со стороны почек важную роль играет состояние иммунной системы макроорганизма. Многие авторы указывают на взаимосвязь развития патологии почек у больных инфекционно-воспалительными заболеваниями органов дыхания с непрерывным ростом иммунопатологических состояний [8-11].

Особенности респираторной SARS-CoV-2-инфекции

11 марта 2020 г. ВОЗ объявила о пандемии, вызванной новым вирусом COVID-19. Передача от человека к человеку чаще всего происходит воздушно-капельным или пылевым путями, возможен также контактный и фекально-оральный [13]. Чаще всего возраст пациентов около 50 лет, наиболее тяжело протекает заболевание у больных старше 60 лет. Среди заболевших наиболее часто отмечаются сопутствующие заболевания: сахарный диабет (20%) и ССЗ (15%). В клинической картине характерно развитие лихорадки, сухого кашля с одышкой, боли в мышцах [14]. Клинические варианты COVID-19 классифицируются как: ОРВИ; пневмония с/без острой дыхательной недостаточности (ОДН); острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС); сепсис и септический или инфекционно-токсический шок (ИТШ). Гипоксемия – снижение сатурации кислорода (SpO_2) менее 88% развивается более чем у 30% заболевших [15]. Различают лёгкие, средние и тяжёлые формы COVID-19, при этом наиболее часто (80% пациентов) заболевание протекает в лёгкой форме ОРВИ, в случаях тяжёлого течения характерно развитие пневмонии, ОРДС, поражения почек, ЦНС и других органов [14, 15]. При критическом течении инфекции различают раннюю/среднюю/позднюю стадии болезни по индексу оксигенации и функционированию дыхательной системы.

Лабораторные данные при COVID-19 неспецифичны: лейкоцитоз с лимфопенией, умеренное повышение печёночных трансаминаз, миоглобина, лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и маркёров острой фазы воспаления. Увеличение концентрации прокальцитонина, тяжёлая лимфопения и повышение уровня D-димера – это те признаки, которые сопутствуют развитию тяжести заболевания. В тяжёлых случаях заболевания возможно прогрессирование с развитием дыхательной, сердечно-сосудистой, почечной или полиорганной недостаточности, и в результате – к смерти больного [16].

Широко известно, что наиболее тяжёлые формы заболевания у пациентов старшего возраста (после 65 лет), а дети – наименее восприимчивы к вирусу [17]. Среди заболевших, средний возраст которых составляет старше 50 лет, гендерных различий не наблюдается. В особую группу риска заболевания (по тяжести течения) входят пациенты после трансплантации органов, пересадки костного мозга, получающие иммуносупрессивную, химио-, лучевую терапию. Также установлено, что сопутствующие хронические заболевания утяжеляют протекание заболевания (почечная недостаточность, ССЗ, заболевания лёгких, сосудов, печени, СД, ожирение, неврологические заболевания (инсульт, деменция и др), иммунодефицит) [11, 15, 17]. У данной группы больных наиболее вероятно развитие осложнений и неблагоприятных исходов, в том числе раннего летального исхода, некоторые исследователи также отмечают факт курения при тяжёлом течении новой инфекции, вызванной COVID-19 [18].

Описаны три степени тяжести заболевания COVID-19 – лёгкая, средняя, тяжёлая. Период инкубации составляет от 2 до 14 суток [19-21], но чаще всего симптомы появляются через 5–6 дней [14, 15]. Есть данные, что в 10–12% случаев лёгкие формы болезни прогрессировали до тяжёлой, а в 15–20% тяжёлых форм – до критической. Пациенты с лёгкими формами заболевания выздоравливают в течение 2 недель, с тяжёлыми формами – 3–6 недель. По данным Белякова Н.А. и соавторов, летальные исходы отмечаются у пациентов через 2–8 недель [19].

В силу совсем недавнего появления инфекции COVID-19 её патогенез пока изучен недостаточно. Сформировалось устойчивое мнение, что вирус попадает в клетки организма человека двумя путями: через соединение с рецептором к ангиотензин превращающему ферменту (АПФ 2) или с трансмембранным гликопротеином CD147 [20]. При поражении дыхательной системы чаще вовлекаются в патологический процесс альвеолоциты 2-го типа, которые выполняют функции синтеза сурфактанта, лизоцима, интерферона; нейтрализуют оксиданты; транспортируют воду и ионы, а потому альвеолоциты наиболее чувствительны в процессе инфекционного воспаления вплоть до развития РДС.

Клинические проявления COVID-19: лихорадка (у >90% пациентов), кашель (у 80%), одышка, интоксикация, слабость, как бы «заложенность» грудной клетки, реже – миалгия (у 11%), нарушение сознания (у 9%), головные боли в голове (у 8%), кровохарканье (у 5%), диарейный синдром (у 3%), тошнота, рвота, сердцебиение [19].

Развитие острой дыхательной недостаточности делится в зависимости от интенсивности патологического процесса в лёгких на стадии. 1-я – медленное развитие, которое проявляется субъективными ощущениями недостатка воздуха и купируются позой пациента (лежа на животе). 2-я стадия – выраженное развитие, с жалобами на ощущение нехватки воздуха, нарастаю-

щую одышку (частота дыхания 25–30 в минуту), SpO₂ ниже 80–90%, PaO₂ снижено до 70 мм рт.ст., PaCO₂ повышено до 50 мм рт.ст. 3-я стадия – тяжёлое развитие гипоксии (частота дыхания 35–40 в минуту), тахикардия, SpO₂ 70%. Последняя стадия – гипоксическая кома, в результате которой сознание отсутствует, возможны судороги, кожные покровы синюшны, с мраморным рисунком, артериальное давление критическое. От патофизиологической стадии зависит развитие морфологических изменений в лёгких: экссудативная (ранняя) и продуктивная (поздняя) стадии [19].

В крупной когорте исследуемых детей с COVID-19 выявлено, что более чем у 90% инфекция не проявляется (бессимптомное течение), протекает легко или в средней тяжести, хотя младенцы были больше подвержены развитию тяжёлых и критических осложнений, которые встречались у 10,6% детей в возрасте до 1 года, 7,3% – от 1 до 5 лет, 4,2% – от 6 до 10 лет, 4,1% – от 11 до 15 лет и 3% – старше 16 лет [19, 21].

Помимо клинического статуса, значимым в оценке COVID-19-ассоциированной пневмонии является компьютерная томография (КТ), которая обладает большой диагностической ценностью. Основными рентгенологическими паттернами при коронавирусной пневмонии являются симптом «матового стекла», утолщение междольковых и внутридольковых перегородок (ретикулярные изменения, симптом *spazy-ravng*), участки консолидации [22]. По данным авторов, выделяют 4 стадии патологических изменений в легких на КТ. Ранняя/начальная стадия (0–4 дня): КТ-картина без очаговых и инфильтративных изменений, или только уплотнение лёгочной ткани по типу «матового стекла». 2-я стадия; прогрессивный этап (5–8 дней): увеличение количества уплотнений лёгочной ткани по типу «матового стекла» и утолщение междолькового и внутридолькового интерстиция. 3-я стадия: пиковый этап (9–13 дней): консолидация лёгочной ткани. 4-я стадия абсорбции или разрешения (более 14 дней): при улучшении течения заболевания появляются фиброзные тяжи, полное исчезновение патологических изменений наступает через 1 месяц и более [23, 24].

Лабораторными методами исследования при COVID-19 являются метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) и иммуноферментный анализ (ИФА).

SARS-CoV-2 и патология почек

Патогенез органных поражений при COVID-19 обусловлен тремя группами факторов, образующих порочный круг [25]: цитопатическое повреждающее действие вируса на тропные клетки; «цитокиновый шторм», оказывающий повреждающее действие на ткани и сосуды и обеспечивающий воспалительную реакцию и коагулопатию с миграцией в очаг повреждения лейкоцитов; нарушение свёртывания крови вследствие повреждения эндотелия сосудов и клеток печени с развитием тромбозов и кровоизлияний. Diaó с соав-

торами исследовали вирусный нуклеокапсидный белок в почках умерших пациентов и обнаружили, что антигены SARS-CoV-2 накапливались в эпителиальных клетках канальцев почек, что позволяет предположить, что SARS-CoV-2 непосредственно поражает почки, что приводит к их дисфункции и способствует распространению вирусов в организме [26]. Выдвинуто предположение о прямом цитопатическом эффекте SARS-CoV-2 на почечный эпителий с развитием острого тубулонекроза. При вскрытии 26 умерших от данной инфекции при электронно-микроскопическом исследовании были обнаружены вирусные частицы, характерные для SARS-CoV-2, в эпителии проксимальных канальцев и подоцитах [27]. В двух отдельных случаях также была описана коллаптоидная гломерулопатия (КГ) (агрессивный вариант фокального сегментарного гломерулосклероза) у пациентов с тяжёлым острым повреждением почек и нефротическим синдромом, характеризуется сегментарным или глобальным коллапсом капилляров клубочка [28]. Поражение клубочков сочеталось с коагулопатией и развитием гиалиновых тромбов в петлях клубочков, некрозом эпителия канальцев, дилатацией просвета канальцев с образованием микрокист и интерстициальным воспалением.

КГ может быть первичным или ассоциированным с широким спектром инфекционных вирусных агентов, в частности вирусами (ВИЧ-1, ЦМВ и др), с системными воспалительными заболеваниями, злокачественными новообразованиями, клубочковыми ишемическими повреждениями (тромботической микроангиопатией, эмболизацией холестерином или на фоне серповидноклеточной анемии), генетическими мутациями и злоупотреблении некоторыми лекарственными средствами (памидронат, интерферон). КГ у пациентов с COVID-19 может иметь как воспалительную природу при наличии генетической предрасположенности [29, 30], так и следствием непосредственного действия вируса [31].

Острое повреждение почек (ОПП) встречается нечасто в связи с лёгкой и умеренной инфекцией SARS-CoV-2 (5%); у этих пациентов наиболее распространённые нарушения почек являются субклиническими. В проспективном исследовании 701 пациента со среднетяжёлым или тяжёлым заболеванием показано, что у 43,9% наблюдалась протеинурия и у 26,7% — гематурия при госпитализации, в то время как около 13% имели повышенный уровень сывороточного креатинина, азота мочевины крови или обоих показателей [32].

Однако связь между тяжестью поражения лёгких и поражением почек достаточно противоречива и полностью не доказана. По одним данным, ОПП возникла вне связи с тяжестью респираторных нарушений [33], другие исследователи указывают на корреляцию между степенью дыхательной недостаточности и ОПП [34]. Морфологически при ОПП выявляли потерю щётчатой каемки в канальцах эпителиальными клетками, отмечали гибель нефроцитов в извитых канальцах и инфаркты почек [35]. Установить патофизиологиче-

ские механизмы, приводящие к острому повреждению почек при COVID-19, пока не удалось. Выдвигается мнение о прямом цитопатическом воздействии вируса на эпителиальные клетки канальцев почек, а также на эндотелиальные клетки сосудов. Но нельзя отрицать и «косвенное» повреждение в результате «цитокинового шторма» и локальное нарушение гомеостаза РААС с гипоперфузией почек после ограничения количества жидкости [36].

Существует множество факторов, ведущих к развитию почечной патологии, но основные — это биологические свойства самих возбудителей, повышенное внутрилоханочное давление, нарушение уродинамики, а также исходное поражение почек или мочевых путей [37].

В результате развития инфекционного процесса возможно поражение в любой части мочеполового тракта. В случае инфекции SARS-CoV-2 вирус проникает в клетки через рецептор АПФ2, который в большом количестве обнаружен в почках. Рецепторы АПФ2 экспрессируются в почках гораздо больше, чем в лёгких, особенно на апикальной мембране щётчатой каймы, проксимальных канальцев, а также на более низких уровнях в подоцитах.

Существует три пути проникновения инфекции в почку и дальнейшего развития почечной патологии: гематогенный, лимфогенный, урогенный. При инфекционно-воспалительных и вирусных заболеваниях органов дыхания основной путь проникновения — гематогенный с вовлечением в патологический процесс почек, реже — урогенный. В интерстициальной ткани почки развитию воспаления способствуют гипоксия почечной ткани, гипокалиемия, нарушения пуринового и углеводного обменов, плохая уродинамика, иммунодефицитные состояния [6].

Выявлено, что не менее 50% пациентов, госпитализируемых по поводу новой коронавирусной инфекции, имеют протеинурию, гематурию и признаки дисфункции почек, которая в ряде случаев достигает степени острого повреждения почек (ОПП). В Китае ряд авторов обращали внимание на вовлечённость почек при развитии коронавирусной пневмонии, вызванной COVID-19: зачастую в моче присутствовал белок или кровь, оба показателя свидетельствуют о том, что нарушена фильтрационная способность почек или же работа мелких канальцев [25, 38-40]. Так, по данным исследования, проведенного в Нью-Йорке, из 5449 больных COVID-19 у каждого третьего пациента развивается острое нарушение функции почек, часть из них нуждается в гемодиализе [40]. Подобные исследования проведены в Сингапуре на 2702 пациентах: в гемодиализе нуждались более 25% больных [41].

Вероятнее всего, ренальная дисфункция при COVID-19 является следствием действия комплекса механизмов, индуцированных SARS-CoV-2, с развитием острого повреждения почек не без участия «цитокинового шторма», нарушений свертывания и, возможно, под влиянием лекарственной терапии.

Так как при коронавирусной инфекции COVID-19 описано острое нарушение функции почек, то эксперты рекомендуют всем зараженным сдавать анализ мочи, даже если нет никаких жалоб, чтобы при своевременно начатом лечении избежать хронизации острой патологии почек [40, 42].

Известно, что количество почечной патологии на аутопсии значительно превышает её выявление при жизни. Так, в случае вируса SARS-CoV-2 в результате проведенных аутопсий умерших больных с тяжёлой формой заболевания предоставлены чёткие доказательства инвазии вируса в ткани почек с повреждением клеток канальцевого эпителия и подоцитов, установлена агрегация эритроцитов [16].

С клинической точки зрения важно установить связь патологии почек с тяжестью течения новой инфекции COVID-19 и исходом заболевания, в том числе неблагоприятным, поскольку проблема раннего выявления почечной патологии у больных с пневмонией до сих пор остается актуальной и не изученной до конца. Отдаленные последствия для организма человека после перенесенной новой инфекции пока не известны, идет процесс накопления знаний в научном медицинском сообществе [43].

Поражение почек при коронавирусной инфекции интересует врачей различных специальностей. Продолжается уточнение патогенеза поражения почек при коронавирусной пневмонии, продолжается поиск оптимальной терапии осложнений со стороны почек при коронавирусной пневмонии и меры их профилактики.

Список литературы

1. Chadha M., Hirve S., Bancej C., Barr I., Baumeister E., Caetano B., Chittaganpitch M., Darmaa B., Ellis J., Fasce R., Kadjo H., Jackson S., Leung V., Pisareva M., Moyes J., Naguib A., Tivane A., Zhang W.; WHO RSV Surveillance Group. Human respiratory syncytial virus and influenza seasonality patterns—Early findings from the WHO global respiratory syncytial virus surveillance. *Influenza Other Respir. Viruses*. 2020; 14(6): 638–646. DOI: 10.1111/irv.12726
2. Jackson S., Peret T.C.T., Ziegler T.T., Thornburg N.J., Besselaar T., Broor S., Barr I., Baumeister E., Chadha M., Chittaganpitch M., Darmaa B., Ellis J., Fasce R., Herring B., Herve K., Hirve S., Li Y., Pisareva M., Moen A., Naguib A., Palekar R., Potdar V., Siqueira M., Treurnicht F., Tivane A., Venter M., Wairagkar N., Zambon M., Zhang W. Results from the WHO external quality assessment for the respiratory syncytial virus pilot, 2016–17. *Influenza Other Respir. Viruses*. 2020; 14(6): 671–677. DOI: 10.1111/irv.12771
3. Николаева С.В., Хлыповка Ю.Н., Музыка А.Д., Усенко Д.В., Шабалина С.В., Медкова А.Ю., Горелов А.В., Понежева Ж.Б. Эволюция острых респираторных вирусных инфекций сочетанной этиологии у детей. *Русский медицинский журнал*. 2020; 12: 66–70.
4. Груздева О.А., Биличенко Т.Н., Воронцова В.А., Уварова А.В. Заболеваемость гриппом, острыми респираторными вирусными инфекциями и пневмонией населения Центрального административного округа г. Москвы и вакцинопрофилактика в 2012–2016 гг. *Пульмонология*. 2017; 27(6): 732–739. DOI: 10.18093/0869-0189-2017-27-6-732-739
5. Галкина С.Н., Осидак Л.В., Волошук Л.В., Писарева М.М., Головачева Е.Г., Бубочкин А.Б., Го А., Наумова Е.В. Ранние поражения легких при гриппе. *Детские инфекции*. 2017; 16(2): 13–22. DOI: 10.22627/2072-8107-2017-16-2-13-22
6. Жигарловский Б.А. Временная нетрудоспособность при гриппе и ОРВИ в Российской Федерации и Москве. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2019; 18(3): 4–12. DOI: 10.31631/2073-3046-2019-18-3-4-12

7. Алимов А.В., Смирнова С.С., Леленкова Е.В., Маркарян А.Ю., Вялых И.В., Вревщиков В.К., Комиссаров А.Б., Соминина А.А. Роль вирусов гриппа в развитии тяжелых форм острых респираторных инфекций у пациентов, госпитализированных в стационары г.Екатеринбурга в эпидемический сезон 2017-2018 гг. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии*. 2020; 97(2): 140–149. DOI: 10.36233/0372-9311-2020-97-2-140-149
8. Брико Н.И., Салтыкова Т.С., Герасимов А.Н., Суранова Т.Г., Поздняков А.А., Жигарловский Б.А. Клинико-эпидемиологическая характеристика гриппа в 2015–2016 и 2016–2017 гг. *Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы*. 2017; 4: 4–13.
9. Canela L.N.P., Magalhães-Barbosa M.C., Raymundo C.E., Carney S., Siqueira M.M., Prata-Barbosa A., Cunha A.J.L.A.D. Viral detection profile in children with severe acute respiratory infection. *Braz. J. Infect. Dis.* 2018; 22(5): 402–411. DOI: 10.1016/j.bjid.2018.09.001
10. Мокия-Сербина С.А., Шульга Д.И., Григоренко А.М., Гордеева А.А. Грипп-ассоциированные пневмонии у детей: возможности современной диагностики. *Здоровье ребенка*. 2016; 71(3): 104–108.
11. Селькова Е.П., Костинов М.П., Барт Б.Я., Аверьянов А.В., Петров Д.В. Лечение острых респираторных вирусных инфекций у взрослых: результаты рандомизированного двойного слепого плацебо-контролируемого клинического исследования. *Пулмонология*. 2019; 29(3): 302–310. DOI: 10.18093/0869-0189-2019-29-3-302-310
12. Попов А.Ф., Колпаков С.Л., Симакова А.И., Дмитренко К.А. Клиническая и эпидемиологическая семиотика в диагностике этиологии острых респираторных вирусных инфекций у взрослых. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2016; 21(5): 268–273. DOI: 10.18821/1560-9529-2016-21-5-268-273
13. Ghinai I., McPherson T.D., Hunter J.C., Kirking H.L., Christiansen D., Joshi K., Rubin R., Morales-Estrada S., Black S.R., Pacilli M., Fricchione M.J., Chugh R.K., Walblay K.A., Ahmed N.S., Stoecker W.C., Hasan N.F., Burdsall D.P., Reese H.E., Wallace M., Wang C., Moeller D., Korpics J., Novosad S.A., Benowitz I., Jacobs M.W., Dasari V.S., Patel M.T., Kauerauf J., Charles E.M., Ezike N.O., Chu V., Midgley C.M., Rolfes M.A., Gerber S.I., Lu X., Lindstrom S., Verani J.R., Layden J.E.; Illinois COVID-19 Investigation Team. First known person-to-person transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in the USA. *Lancet*. 2020; 395(10230): 1137–1144. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30607-3
14. Zhao D., Yao F., Wang L., Zheng L., Gao Y., Ye J., Guo F., Zhao H., Gao R. A Comparative Study on the Clinical Features of Coronavirus 2019 (COVID-19) Pneumonia With Other Pneumonias. *Clin. Infect. Dis.* 2020; 71(15): 756–761. DOI: 10.1093/cid/ciaa247
15. Xiong Y., Sun D., Liu Y., Fan Y., Zhao L., Li X., Zhu W. Clinical and High-Resolution CT Features of the COVID-19 Infection: Comparison of the Initial and Follow-up Changes. *Invest. Radiol.* 2020; 55(6): 332–339. DOI: 10.1097/RLI.0000000000000674
16. Коган Е. А., Березовский Ю. С., Проценко Д. Д., Багдасарян Т. Р., Грецов Е. М., Демура С. А., Демяшкин Г. А., Калинин Д. В., Куклева А. Д., Курилина Э. В., Некрасова Т. П., Парамонова Н. Б., Пономарев А. Б., Раденска-Лоповок С. Г., Семенова Л. А., Тертычный А. С. Патологическая анатомия инфекции, вызванной SARS-CoV-2. *Судебная медицина*. 2020; 6(2): 8–30. DOI: 10.19048/2411-8729-2020-6-2-8-30
17. CDC COVID-19 Response Team. Coronavirus Disease 2019 in Children - United States, February 12–April 2, 2020. *MMWR Morb. Mortal Wkly. Rep.* 2020; 69(14): 422–426. DOI: 10.15585/mmwr.mm6914e4
18. Centers for Disease Control and Prevention. *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): People at Higher Risk*. Centers for Disease Control and Prevention. Режим доступа: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/specific-groups/high-risk-complications.html>. Дата обращения 07.08.2020
19. Беляков Н.А., Рассохин В.В., Ястребова Е.Б. Коронавирусная инфекция COVID-19. Природа вируса, патогенез, клинические проявления. Сообщение 1. *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. 2020; 12(1): 7–21. DOI: 10.22328/2077-9828-2020-12-1-7-21
20. Wan Y., Shang J., Graham R., Baric R.S., Li F. Receptor Recognition by the Novel Coronavirus from Wuhan: an Analysis Based on Decade-Long Structural Studies of SARS Coronavirus. *J. Virol.* 2020; 94(7): e00127–e00120. DOI: 10.1128/JVI.00127-20
21. Wei M., Yuan J., Liu Y., Fu T., Yu X., Zhang Z.J. Novel Coronavirus Infection in Hospitalized Infants Under 1 Year of Age in China. *JAMA*. 2020; 323(13): 1313–1314. DOI: 10.1001/jama.2020.2131
22. Тюрин И.Е., Струтынская А.Д. Визуализация изменений в легких при коронавирусной инфекции (обзор литературы и собственные данные). *Пулмонология*. 2020; 30 (5): 658–670. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-5-658-670
23. Bell D. *COVID-19. Reference article, Radiopaedia.org*. Режим доступа: <https://doi.org/10.53347/rID-73913> Дата обращения: 15.04.2022
24. *Handbook of COVID-19 Prevention and Treatment*. Ed. T.Liang. Zhejiang University School of Medicine, 2020. 68 p.
25. Chen H., Guo J., Wang C., Luo F., Yu X., Zhang W., Li J., Zhao D., Xu D., Gong Q., Liao J., Yang H., Hou W., Zhang Y. Clinical characteristics and intrauterine vertical transmission potential of COVID-19 infection in nine pregnant women: a retrospective review of medical records. *Lancet*. 2020; 395(10226): 809–815. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30360-3
26. Diao B., Wang C., Wang R., Feng Z., Zhang J., Yang H., Tan Y., Wang H., Wang C., Liu L., Liu Y., Liu Y., Wang G., Yuan Z., Hou X., Ren L., Wu Y., Chen Y. 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
27. Su H., Yang M., Wan C., Yi L.X., Tang F., Zhu H.Y., Yi F., Yang H.C., Fogo A.B., Nie X., Zhang C. Renal histopathological analysis of 26 postmortem findings of patients with COVID-19 in China. *Kidney Int.* 2020; 98(1): 219–227. DOI: 10.1016/j.kint.2020.04.003
28. D’Agati V.D., Kaskel F.J., Falk R.J. Focal segmental glomerulosclerosis. *N. Engl. J. Med.* 2011; 365(25): 2398–2411. DOI: 10.1056/NEJMra1106556
29. Larsen C.P., Bourne T.D., Wilson J.D., Saqqa O., Sharshir M.A. Collapsing Glomerulopathy in a Patient With COVID-19. *Kidney Int. Rep.* 2020; 5(6): 935–939. DOI: 10.1016/j.ekir.2020.04.002
30. Peleg Y., Kudose S., D’Agati V., Siddall E., Ahmad S., Nickolas T., Kisselev S., Gharavi A., Canetta P. Acute Kidney Injury Due to Collapsing Glomerulopathy Following COVID-19 Infection. *Kidney Int. Rep.* 2020; 5(6): 940–945. DOI: 10.1016/j.ekir.2020.04.017
31. Kissling S., Rotman S., Gerber C., Halfon M., Lamoth F., Comte D., Lhopitallier L., Sadallah S., Fakhouri F. Collapsing glomerulopathy in a COVID-19 patient. *Kidney Int.* 2020; 98(1): 228–231. DOI: 10.1016/j.kint.2020.04.006
32. Cheng Y., Luo R., Wang K., Zhang M., Wang Z., Dong L., Li J., Yao Y., Ge S., Xu G. Kidney disease is associated with in-hospital death of patients with COVID-19. *Kidney Int.* 2020; 97(5): 829–838. DOI: 10.1016/j.kint.2020.03.005
33. Nasr S.H., Kopp J.B. COVID-19-Associated Collapsing Glomerulopathy: An Emerging Entity. *Kidney Int. Rep.* 2020; 5(6): 759–761. DOI: 10.1016/j.ekir.2020.04.030
34. Hirsch J.S., Ng J.H., Ross D.W., Sharma P., Shah H.H., Barnett R.L., Hazzan A.D., Fishbane S., Jhaveri K.D.; Northwell COVID-19 Research Consortium; Northwell Nephrology COVID-19 Research Consortium. Acute kidney injury in patients hospitalized with COVID-19. *Kidney Int.* 2020; 98(1): 209–218. DOI: 10.1016/j.kint.2020.05.006
35. Post A., den Deurwaarder E.S.G., Bakker S.J.L., de Haas R.J., van Meurs M., Gansevoort R.T., Berger S.P. Kidney Infarction in Patients With COVID-19. *Am. J. Kidney Dis.* 2020; 76(3): 431–435. DOI: 10.1053/j.ajkd.2020.05.004
36. Драпкина О.М., Маев И.В., Бакулин И.Г., Никонов Е.Л., Чуланов В.П., Белоусова Е.А., Веселов А.В., Сайганов С.А., Симаненков В.И., Бакулина Н.В., Авалуева Е.Б., Оганезова И.А., Скалинская М.И., Сказыбаева Е.В., Кашин С.В., Куваев Р.О. Временные методические рекомендации: «Болезни органов пищеварения в условиях пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19)». *Профилактическая медицина*. 2020; 23(3–2): 120–152. DOI: 10.17116/profmed202023032120
37. Enikeev D.V., Glybochko P., Alyaev Y., Enikeev M., Rapoport L. Imaging technologies in the diagnosis and treatment of acute pyelonephritis. *Urologia*. 2017; 84(3): 179–184. DOI: 10.5301/uj.5000234
38. Moein S.T., Hashemian S.M., Mansourafshar B., Khorram-Tousi A., Tabarsi P., Doty R.L. Smell dysfunction: a biomarker for COVID-19. *Int. Forum Allergy Rhinol.* 2020; 10(8): 944–950. DOI: 10.1002/alr.22587
39. Hussain A., Bhowmik B., do Vale Moreira N.C. COVID-19 and diabetes: Knowledge in progress. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 2020; 162: 108142. DOI: 10.1016/j.diabres.2020.108142

40. Hui D.S., I Azhar E., Madani T.A., Ntoumi F., Kock R., Dar O., Ippolito G., Mchugh T.D., Memish Z.A., Drosten C., Zumla A., Petersen E. The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health - The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China. *Int. J. Infect. Dis.* 2020; 91: 264–266. DOI: 10.1016/j.ijid.2020.01.009
41. Expert team of Chinese Medical Association Nephrology Branch. Recommendations for prevention and control of novel coronavirus infection in blood purification center (room) from the Chinese Medical Association Nephrology Branch. *Chin. J. Nephrol.* 2020; 36(2): 82–84. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2020.02.002.
42. Hirsch J.S., Ng J.H., Ross D.W., Sharma P., Shah H.H., Barnett R.L., Hazzan A.D., Fishbane S., Jhaveri K.D.; Northwell COVID-19 Research Consortium; Northwell Nephrology COVID-19 Research Consortium. Acute kidney injury in patients hospitalized with COVID-19. *Kidney Int.* 2020; 98(1): 209–218. DOI: 10.1016/j.kint.2020.05.006
43. Шамхалова М.Ш., Мокрышева Н.Г., Шестакова М.В. COVID-19 и почки. *Сахарный диабет.* 2020; 23(3): 235–241. DOI: 10.14341/DM12506
10. Mokiya-Serbina S.A., Shulga D.I., Grigorenko A.M., Gordeeva A.A. Influenza-associated pneumonia in children: the possibilities of modern diagnostics. *Zdorov'ye rebenka [Child Health]*. 2016; 71(3): 104–108. (in Russian)
11. Sel'kova E.P., Kostinov M.P., Bart B.Ya., Aver'yanov A.V., Petrov D.V. [Results of a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial in adult patients with acute respiratory viral infection]. *Pul'monologiya [Pulmonology]*. 2019; 29(3): 302–310. DOI: 10.18093/0869-0189-2019-29-3-302-310 (in Russian)
12. Popov A.F., Kolpakov S.L., Simakova A.I., Dmitrenko K.A. [Clinical and epidemiological Semiotics in the diagnosis of etiology of acute respiratory viral infections in adults]. *Epidemiologiya i infektionnyye bolezni [Epidemiology and Infectious Diseases]*. 2016; 21(5): 268–273. DOI: 10.18821/1560-9529-2016-21-5-268-273 (in Russian)
13. Ghinai I., McPherson T.D., Hunter J.C., Kirking H.L., Christiansen D., Joshi K., Rubin R., Morales-Estrada S., Black S.R., Pacilli M., Fricchione M.J., Chugh R.K., Walblay K.A., Ahmed N.S., Stoecker W.C., Hasan N.F., Burdsall D.P., Reese H.E., Wallace M., Wang C., Moeller D., Korpics J., Novosad S.A., Benowitz I., Jacobs M.W., Dasari V.S., Patel M.T., Kauerauf J., Charles E.M., Ezike N.O., Chu V., Midgley C.M., Rolfes M.A., Gerber S.I., Lu X., Lindstrom S., Verani J.R., Layden J.E.; Illinois COVID-19 Investigation Team. First known person-to-person transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in the USA. *Lancet.* 2020; 395(10230): 1137–1144. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30607-3
14. Zhao D., Yao F., Wang L., Zheng L., Gao Y., Ye J., Guo F., Zhao H., Gao R. A Comparative Study on the Clinical Features of Coronavirus 2019 (COVID-19) Pneumonia With Other Pneumonias. *Clin. Infect. Dis.* 2020; 71(15): 756–761. DOI: 10.1093/cid/ciaa247
15. Xiong Y., Sun D., Liu Y., Fan Y., Zhao L., Li X., Zhu W. Clinical and High-Resolution CT Features of the COVID-19 Infection: Comparison of the Initial and Follow-up Changes. *Invest. Radiol.* 2020; 55(6): 332–339. DOI: 10.1097/RLI.0000000000000674
16. Kogan E.A., Berezovsky Yu.S., Protsenko D.D., Bagdasaryan T.R., Gretsov E.M., Demura S.A., Demyashkin G.A., Kalinin D.V., Kukleva A.D., Kurilina E.V., Nekrasova T.P., Paramonova N.B., Ponomarev A.B., Radenska-Lopovok S.G., Semenova L.A., Tertychny A.S. Pathological anatomy of infection caused by SARS-CoV-2. *Sudebnaya meditsina [Russian Journal of Forensic Medicine]*. 2020; 6(2): 8–30. DOI: 10.19048/2411-8729-2020-6-2-8-30 (in Russian)
17. CDC COVID-19 Response Team. Coronavirus Disease 2019 in Children - United States, February 12-April 2, 2020. *MMWR Morb. Mortal Wkly. Rep.* 2020; 69(14): 422–426. DOI: 10.15585/mmwr.mm6914e4
18. Centers for Disease Control and Prevention. *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): People at Higher Risk. Centers for Disease Control and Prevention.* Available at: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/specific-groups/high-risk-complications.html>. Retrieved 07.08.2020
19. Belyakov N.A., Rassokhin V.V., Yastrebova E.B. [Coronavirus infection COVID-19. The nature of the virus, pathogenesis, clinical manifestations. Report 1]. *VICH-infektsiya i immunosupressii [HIV Infection and Immunosuppressive Disorders]*. 2020; 12(1): 7–21. DOI: 10.22328/2077-9828-2020-12-1-7-21 (in Russian)
20. Wan Y., Shang J., Graham R., Baric R.S., Li F. Receptor Recognition by the Novel Coronavirus from Wuhan: an Analysis Based on Decade-Long Structural Studies of SARS Coronavirus. *J. Virol.* 2020; 94(7): e00127–e00120. DOI: 10.1128/JVI.00127-20
21. Wei M., Yuan J., Liu Y., Fu T., Yu X., Zhang Z.J. Novel Coronavirus Infection in Hospitalized Infants Under 1 Year of Age in China. *JAMA.* 2020; 323(13): 1313–1314. DOI: 10.1001/jama.2020.2131
22. Tyurin I.E., Strutynskaya A.D. [Visualization of changes in the lungs during coronavirus infection (literature review and own data)]. *Pul'monologiya [Pulmonology]*. 2020; 30 (5): 658–670. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-5-658-670 (in Russian)
23. Bell D. *COVID-19. Reference article, Radiopaedia.org.* Available at: <https://doi.org/10.53347/rID-73913> Retrieved: 15.04.2022
24. *Handbook of COVID-19 Prevention and Treatment.* Ed. T.Liang. Zhejiang University School of Medicine, 2020. 68 p.
25. Chen H., Guo J., Wang C., Luo F., Yu X., Zhang W., Li J., Zhao D., Xu D., Gong Q., Liao J., Yang H., Hou W., Zhang Y. Clinical characteristics and intrauterine vertical transmission potential of COVID-19 infection in nine pregnant women: a retrospective review of medical records. *Lancet.* 2020; 395(10226): 809–815. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30360-3

26. Diao B., Wang C., Wang R., Feng Z., Zhang J., Yang H., Tan Y., Wang H., Wang C., Liu L., Liu Y., Liu Y., Wang G., Yuan Z., Hou X., Ren L., Wu Y., Chen Y. 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
27. Su H., Yang M., Wan C., Yi L.X., Tang F., Zhu H.Y., Yi F., Yang H.C., Fogo A.B., Nie X., Zhang C. Renal histopathological analysis of 26 postmortem findings of patients with COVID-19 in China. *Kidney Int.* 2020; 98(1): 219–227. DOI: 10.1016/j.kint.2020.04.003
28. D'Agati V.D., Kaskel F.J., Falk R.J. Focal segmental glomerulosclerosis. *N. Engl. J. Med.* 2011; 365(25): 2398–2411. DOI: 10.1056/NEJMra1106556
29. Larsen C.P., Bourne T.D., Wilson J.D., Saqqa O., Sharshir M.A. Collapsing Glomerulopathy in a Patient With COVID-19. *Kidney Int. Rep.* 2020; 5(6): 935–939. DOI: 10.1016/j.ekir.2020.04.002
30. Peleg Y., Kudose S., D'Agati V., Siddall E., Ahmad S., Nickolas T., Kisselev S., Gharavi A., Canetta P. Acute Kidney Injury Due to Collapsing Glomerulopathy Following COVID-19 Infection. *Kidney Int. Rep.* 2020; 5(6): 940–945. DOI: 10.1016/j.ekir.2020.04.017
31. Kissling S., Rotman S., Gerber C., Halfon M., Lamoth F., Comte D., Lhopitallier L., Sadallah S., Fakhouri F. Collapsing glomerulopathy in a COVID-19 patient. *Kidney Int.* 2020; 98(1): 228–231. DOI: 10.1016/j.kint.2020.04.006
32. Cheng Y., Luo R., Wang K., Zhang M., Wang Z., Dong L., Li J., Yao Y., Ge S., Xu G. Kidney disease is associated with in-hospital death of patients with COVID-19. *Kidney Int.* 2020; 97(5): 829–838. DOI: 10.1016/j.kint.2020.03.005
33. Nasr S.H., Kopp J.B. COVID-19-Associated Collapsing Glomerulopathy: An Emerging Entity. *Kidney Int. Rep.* 2020; 5(6): 759–761. DOI: 10.1016/j.ekir.2020.04.030
34. Hirsch J.S., Ng J.H., Ross D.W., Sharma P., Shah H.H., Barnett R.L., Hazzan A.D., Fishbane S., Jhaveri K.D.; Northwell COVID-19 Research Consortium; Northwell Nephrology COVID-19 Research Consortium. Acute kidney injury in patients hospitalized with COVID-19. *Kidney Int.* 2020; 98(1): 209–218. DOI: 10.1016/j.kint.2020.05.006
35. Post A., den Deurwaarder E.S.G., Bakker S.J.L., de Haas R.J., van Meurs M., Gansevoort R.T., Berger S.P. Kidney Infarction in Patients With COVID-19. *Am. J. Kidney Dis.* 2020; 76(3): 431–435. DOI: 10.1053/j.ajkd.2020.05.004
36. Drapkina O.M., Mayev I.V., Bakulin I.G., Nikonov Ye.L., Chulanov V.P., Belousova Ye.A., Veselov A.V., Sayganov S.A., Simanenko V.I., Bakulina N.V., Avaluyeva Ye.B., Oganezova I.A., Skalinskaya M.I., Skazyvayeva Ye.V., Kashin S.V., Kuvayev R.O. [Temporary guidelines: “Diseases of the digestive system in the context of a pandemic of a new coronavirus infection (COVID-19)”]. *Profylakticheskaya meditsina [Preventive Medicine]*. 2020; 23(3–2): 120–152. DOI: 10.17116/profmed202023032120 (in Russian)
37. Enikeev D.V., Glybochko P., Alyaev Y., Enikeev M., Rapoport L. Imaging technologies in the diagnosis and treatment of acute pyelonephritis. *Urologia.* 2017; 84(3): 179–184. DOI: 10.5301/uj.5000234
38. Moein S.T., Hashemian S.M., Mansourafshar B., Khorram-Tousi A., Tabarsi P., Doty R.L. Smell dysfunction: a biomarker for COVID-19. *Int. Forum Allergy Rhinol.* 2020; 10(8): 944–950. DOI: 10.1002/alr.22587
39. Hussain A., Bhowmik B., do Vale Moreira N.C. COVID-19 and diabetes: Knowledge in progress. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 2020; 162: 108142. DOI: 10.1016/j.diabres.2020.108142
40. Hui D.S., I Azhar E., Madani T.A., Ntoumi F., Kock R., Dar O., Ippolito G., Mchugh T.D., Memish Z.A., Drosten C., Zumla A., Petersen E. The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health - The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China. *Int. J. Infect. Dis.* 2020; 91: 264–266. DOI: 10.1016/j.ijid.2020.01.009
41. Expert team of Chinese Medical Association Nephrology Branch. Recommendations for prevention and control of novel coronavirus infection in blood purification center (room) from the Chinese Medical Association Nephrology Branch. *Chin. J. Nephrol.* 2020; 36(2): 82–84. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2020.02.002
42. Hirsch J.S., Ng J.H., Ross D.W., Sharma P., Shah H.H., Barnett R.L., Hazzan A.D., Fishbane S., Jhaveri K.D.; Northwell COVID-19 Research Consortium; Northwell Nephrology COVID-19 Research Consortium. Acute kidney injury in patients hospitalized with COVID-19. *Kidney Int.* 2020; 98(1): 209–218. DOI: 10.1016/j.kint.2020.05.006
43. Shamkhalova M.Sh., Mokrysheva N.G., Shestakova M.V. [COVID-19 and kidneys]. *Sakharnyi diabet [Diabetes Mellitus]*. 2020; 23(3): 235–241. DOI: 10.14341/DM12506 (in Russian)

Сведения об авторах:

Александрова Светлана Григорьевна — ассистент кафедры госпитальной терапии с курсами эндокринологии, гематологии и клинической лабораторной диагностики медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов»; <https://orcid.org/0000-0001-6151-8207>

Бычкова Лариса Владимировна — кандидат медицинских наук, кафедры госпитальной терапии с курсами эндокринологии, гематологии и клинической лабораторной диагностики медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов»; <https://orcid.org/0000-0001-8841-5515>

Александрова Марина Робертовна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной терапии с курсами эндокринологии, гематологии и клинической лабораторной диагностики медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов»; <https://orcid.org/0000-0002-6801-835X>

Политидис Рита Романовна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной терапии с курсами эндокринологии, гематологии и клинической лабораторной диагностики медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов»; <https://orcid.org/0000-0002-8627-2845>

Кислый Николай Дмитриевич — доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры госпитальной терапии с курсами эндокринологии, гематологии и клинической лабораторной диагностики медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов»; <https://orcid.org/0000-0003-2988-2054>