

Почечная дисфункция и гиперурикемия у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию

А.Д. Худякова, А.П. Каширина, А.А. Карасева, Е.В. Стрюкова, И.И. Логвиненко
НИИ терапии и профилактической медицины – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН»,
630089, г. Новосибирск, ул. Б. Богаткова, 175/1, Российская Федерация

Для цитирования: Худякова А.Д., Каширина А.П., Карасева А.А. и соавт. Почечная дисфункция и гиперурикемия у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию. Нефрология и диализ. 2022; 24(3):486-493. doi: 10.28996/2618-9801-2022-3-486-493

Associations of renal dysfunction and hyperuricemia in patients with a new coronavirus infection

A.D. Khudyakova, A.P. Kashirina, A.A. Karaseva, E.V. Stryukova, I.I. Logvinenko
Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Institute of Cytology and Genetics,
Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,
175/1 B. Bogatkova Str., Novosibirsk, 630089, Russian Federation

For citation: Khudyakova A.D., Kashirina A.P., Karaseva A.A. et al. Associations of renal dysfunction and hyperuricemia in patients with a new coronavirus infection. Nephrology and Dialysis. 2022; 24(3):486-493. doi: 10.28996/2618-9801-2022-3-486-493

Ключевые слова: COVID-19, SARS-CoV-2, гиперурикемия, почечная дисфункция, хроническая болезнь почек, компоненты метаболического синдрома

Резюме

Цель исследования: изучить ассоциации гиперурикемии и почечной дисфункции у реконвалесцентов новой коронавирусной инфекции.

Материалы и методы: в исследование включены 234 человека, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19 и наблюдаемые по истечению двух месяцев после реконвалесценции. Средний возраст составил $54,10 \pm 12,88$ лет. Сформированы 3 группы пациентов по данным анамнеза в соответствии с тяжестью, перенесенной новой коронавирусной инфекции: с легким ($n=108$), среднетяжелым ($n=112$) и тяжелым течением ($n=14$). У пациентов определяли ИМТ, уровень креатинина, мочевой кислоты. Статистическая обработка полученных результатов выполнялась с использованием пакета программ SPSS (версия 20.0).

Результаты: средний уровень СКФ у пациентов, перенесших коронавирусную инфекцию, составил $80,34 \pm 16,66$ мл/мин/1,73 м². У пациентов с легким течением коронавирусной инфекции средняя СКФ составила $82,52 \pm 15,78$ мл/мин/1,73 м², со среднетяжелым течением – $78,33 \pm 17,69$ мл/мин/1,73 м², с тяжелым течением – $79,71 \pm 13,38$ мл/мин/1,73 м². Всего среди обследованных снижение СКФ ниже 90 мл/мин/1,73 м² встречалась в 69,3% случаев. При этом значимые различия были получены между 1-ой и 2-ой группами ($p=0,046$). Гиперурикемия зарегистрирована в 33,8% случаев. Причем у пациентов с тяжелым течением COVID-19 гиперурикемия встречалась чаще, чем у лиц с легким течением (64,3% vs 26,4%, $p=0,0001$) и лиц со среднетяжелым течением (64,3% vs 31,8%, $p=0,002$). Снижение СКФ, перенесших COVID-19 в легкой форме, ассоциировано с наличием гипергли-

Адрес для переписки: Худякова Алёна Дмитриевна
e-mail: alene.elene@gmail.com

Corresponding author: Dr. Alyona D. Khudyakova
e-mail: alene.elene@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7875-1566>

кемии. Кроме того, увеличение ИМТ на 1 кг/м² приводит к снижению риска развития почечной дисфункции на 10%. У пациентов, перенесших COVID-19 в среднетяжелой форме, снижение СКФ было ассоциировано только с гиперурикемией.

Заключение: у 33,8% пациентов, спустя 2 месяца после перенесенной новой коронавирусной инфекции наблюдается гиперурикемия, снижение СКФ менее 60 мл/мин/1,73 м² выявлено у 10% пациентов. Гиперурикемия прямо связана с тяжестью перенесенной инфекции COVID-19. Причинно-следственная связь между гиперурикемией у реконвалесцентов COVID-19 и почечной дисфункцией требует уточнения.

Abstract

The purpose: to study the association of hyperuricemia and renal dysfunction in convalescents of new coronavirus infection.

Materials and methods: The study included 234 people who had a new coronavirus infection COVID-19 and were observed two months after convalescence. The mean age was 54.10±12.88 years. Three groups of patients were formed according to the anamnesis according to the severity of the new coronavirus infection: mild (*n*=108), moderate (*n*=112), and severe (*n*=14). In patients, BMI, creatinine, and uric acid levels were determined. Statistical processing of the obtained results was performed using the SPSS software package.

Results: the average level of GFR was 80.34±16.66 ml/min/1.73 m². In patients with a mild course of coronavirus infection, the average GFR was 82.52±15.78 ml/min/1.73 m², with a moderate course – 78.33±17.69 ml/min/1.73 m², with a severe course – 79.71±13.38 ml/min/1.73 m². A decrease in GFR below 90 ml/min/1.73 m² occurred in 69.3% of cases. Significant differences were obtained between the 1st and 2nd groups (*p*=0.046). Hyperuricemia was registered in 33.8% of cases. Moreover, in patients with a severe course of coronavirus infection, hyperuricemia was more common than in those with a mild course (64.3% vs 26.4%, *p*=0.0001) and those with a moderate course (64.3% vs 31.8%, *p*=0.002). Decreased GFR in patients with a mild form of COVID-19 is associated with the presence of hyperglycemia. In addition, an increase in BMI by 1 kg/m² leads to a 10% reduction in the risk of developing renal dysfunction. In patients who had moderate COVID-19, a decrease in GFR was associated only with hyperuricemia.

Conclusion: hyperuricemia is observed in 33.8% of patients 2 months after a new coronavirus infection. A decrease in GFR of less than 60 ml/min/1.73 m² was observed in 10% of patients. Hyperuricemia is directly related to the severity of COVID-19 infection. The causal relationship between hyperuricemia in patients after COVID-19 and impaired renal function requires further research.

Key words: COVID-19, SARS-CoV-2, hyperuricemia, renal dysfunction, chronic kidney disease, metabolic syndrome components

Введение

Пандемия новой коронавирусной инфекции (COVID-19) представляет собой глобальную проблему. Число случаев заболевания COVID-19 во всем Мире по данным Всемирной Организации Здравоохранения по состоянию на 27 сентября 2021 г. превышает 234 миллиона человек (отчет ведется с 31 декабря 2019 года). Общее число летальных исходов за тот же период составляет чуть менее 4,8 миллиона человек [1]. Неоднократно доказано, исследователями из разных стран мира, что сердечно-сосудистые, метаболические нарушения, заболевания почек повышают предрасположенность пациентов к тяжелому течению заболевания и худшему прогнозу [2-4].

Распространенность хронической болезни почек (ХБП) сопоставима с такими социально значимыми заболеваниями, как гипертоническая болезнь и сахарный диабет (СД), а также с ожирением и метаболическим синдромом [5]. По результатам крупного мета-анализа с количеством пациентов 6 908 440

человек, ХБП имеет высокую глобальную распространенность в общей популяции, около 13% с преобладающей стадией 3 [6].

Влияние гиперурикемии как фактора риска развития ХБП доказана в экспериментальных и клинических трудах, в которых представлены данные, где показана независимая роль мочевой кислоты в снижении скорости клубочковой фильтрации и повышении риска заболевания почек [7-9].

В исследованиях показано, что имеющаяся дисфункция почек, может быть сопряжена с тяжелым течением инфекции SARS-CoV-2 [10]. С учетом выделения гиперурикемии как самостоятельного фактора риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и хронической болезни почек [11, 12], пациенты с COVID-19 и бессимптомной гиперурикемией могут быть стратифицированы в группы высокого риска тяжелого течения инфекции.

Цель исследования – изучить ассоциации тяжести, перенесенной коронавирусной инфекции, почечной дисфункции и гиперурикемии у жителей г. Новосибирска.

Материалы и методы

На базе НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН выполнялось одномоментное обследование лиц, перенесших новую коронавирусную инфекцию. В исследование включались пациенты по истечению двух месяцев после реконвалесценции инфекции COVID-19, подтвержденной положительным анализом – РНК-коронавируса SARS-COV-2 методом ПЦР. Критерием исключения служило наличие сопутствующих острых или хронических заболеваний в фазе обострения или неполной ремиссии. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании, которое выполнено в рамках бюджетной темы Рег. № 122031700115-7 и при поддержке стипендии Президента РФ и одобрено Этическим комитетом НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирска (протокол № 71 от 10.11.2020 г.).

Обследовано 234 человека, средний возраст которых составил $54,10 \pm 12,88$ лет, доля мужчин – 40,2%.

В соответствии с российскими методическими рекомендациями «Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)» от 21.09.2021 сформированы 3 группы пациентов с учетом анамнеза и тяжести течения новой коронавирусной инфекции. В группу 1 включены 108 пациентов с легким течением коронавирусной инфекции (Т тела <38 °С, кашель, слабость, боли в горле, отсутствие критериев среднетяжелого и тяжелого течения), во 2 группу – 112 реконвалесцентов, перенесших среднетяжелое течение коронавирусной инфекции (Т тела >38 °С, ЧДД >22 /мин, одышка при физических нагрузках, изменения при КТ (рентгенографии), типичные для вирусного поражения (объем поражения минимальный или средний; КТ 1-2), SpO₂ $<95\%$, СРБ сыворотки крови >10 мг/л). В 3 группу – 14 пациентов с тяжелым течением коронавирусной инфекции (ЧДД >30 /мин, SpO₂ $\leq 93\%$, PaO₂/FiO₂ ≤ 300 мм рт.ст., снижение уровня сознания, агитация, нестабильная гемодинамика: систолическое АД менее 90 мм рт.ст. или диастолическое АД менее 60 мм рт.ст., диурез менее 20 мл/час), изменения в легких при КТ (рентгенографии), типичные для вирусного поражения (объем поражения значительный или субтотальный; КТ 3-4), лактат артериальной крови >2 ммоль/л, qSOFA >2 балла).

Всем обследованным проводилась антропометрия, включающая измерения роста, массы тела, окружности талии и бедер. Индекс массы тела определяли по формуле: ИМТ = Масса тела (кг)/Рост (м)².

У пациентов были взяты образцы сыворотки крови натощак, после 8-14 часового ночного периода голодания, для измерения концентрации мочевой кислоты, креатинина, глюкозы. Концентрацию мочевой кислоты, креатинина определяли энзиматическим методом с использованием наборов

«ThermoFisherScientific» (Финляндия) на биохимическом анализаторе «KonelabPrime 30» (ThermoFisherScientific, Финляндия).

Расчет СКФ проводился по формуле СКД-EPI.

В соответствии с Рекомендациями Европейской антиревматической лиги (EuropeanLeagueAgainstRheumatism – EULAR) по диагностике и лечению подагры (2006, 2016) за повышенный уровень мочевой кислоты взяты показатели ≥ 360 мкмоль/л (6 мг/дл) для женщин и ≥ 400 мкмоль/л (7 мг/дл) для мужчин.

Статистическая обработка полученных результатов выполнялась с использованием пакета программ SPSS (версия 20.0). Статистические оценки включали дескриптивный анализ числовых характеристик признаков. Результаты представлены как медиана (Me), квартили [25;75]. Использовали стандартные критерии оценки статистических гипотез: критерий Манна-Уитни для сравнения групп. Унивариантный логистический регрессионный анализ для оценки отношения шансов. Сравнение групп по частотам выполнялось с помощью таблиц сопряженности с использованием критерия хи-квадрат по Пирсону. За критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали $p < 0,05$.

Результаты

В группе пациентов с легким течением коронавирусной инфекции доля мужчин составила 42,6%, в группе со среднетяжелым течением – 36,6%, с тяжелым течением – 50%. Пациенты в группе с тяжелым и среднетяжелым течением коронавирусной инфекции были старше, чем в группе с легким течением. Также стоит отметить, что в группе с тяжелым течением чаще встречались лица с СД 2 типа и ожирением (табл. 1).

Средний уровень СКФ у пациентов, перенесших коронавирусную инфекцию, составил $80,34 \pm 16,66$ мл/мин/1,73 м². При легком течении коронавирусной инфекции средняя СКФ составила $82,52 \pm 15,78$ мл/мин/1,73 м², при среднетяжелом – $78,33 \pm 17,69$ мл/мин/1,73 м², при тяжелом – $79,71 \pm 13,38$ мл/мин/1,73 м². Всего среди обследованных снижение СКФ ниже 90 мл/мин/1,73 м² встречалось в 69,3% случаев. При этом значимые различия были получены между 1-ой и 2-ой группами ($p=0,046$) (табл. 2).

Гиперурикемия зарегистрирована в 33,8% случаев. Причем у пациентов с тяжелым течением коронавирусной инфекции гиперурикемия встречалась чаще, чем у лиц с легким течением (64,3% vs 26,4%, $p=0,0001$) и лиц со среднетяжелым течением (64,3% vs 31,8%, $p=0,002$).

Медианы уровней мочевой кислоты были достоверно выше в 3 группе по сравнению с 1-ой (331,5 [273,25;404,50] vs 407,00 [352,75;511,50] мкмоль/л, $p=0,005$) и 2-ой (348,00 [283,00;404,75] vs 407,00 [352,75;511,50] мкмоль/л, $p=0,016$) группами (рис. 1).

Таблица 1 | Table 1

Характеристика пациентов Characteristics of patients				
Параметры	Группа 1 n=108	Группа 2 n=112	Группа 3 n=14	p
Возраст, M±SD, лет	52,74±13,05	54,98±12,89	57,57±10,80	p ₁₋₂ =0,045 p ₁₋₃ =0,032 p ₂₋₃ =0,172
ССЗ, абс. (%)	63 (68%)	72 (66,4%)	9 (64,3%)	p ₁₋₂ =0,457 p ₁₋₃ =0,492 p ₂₋₃ =0,717
АГ, абс. (%)	28 (27,5%)	28 (28%)	2 (18,2%)	p ₁₋₂ =0,931 p ₁₋₃ =0,513 p ₂₋₃ =0,491
СД 2 типа, абс. (%)	11 (9,3%)	10 (10,8%)	5 (35,7%)	p ₁₋₂ =0,783 p ₁₋₃ =0,002 p ₂₋₃ =0,001
Ожирение (ИМТ ≥30 кг/м ²), абс. (%)	70 (64,8%)	59 (52,7%)	6 (42,9%)	p ₁₋₂ =0,015 p ₁₋₃ =0,349 p ₂₋₃ =0,842

Примечание: n – количество наблюдений, p₁₋₂ – значимость различий между легким и среднетяжелым течением, p₁₋₃ – значимость различий между легким и тяжелым течением, p₂₋₃ – значимость различий между среднетяжелым и тяжелым течением, M±SD – среднее ± стандартное отклонение.

Note: n is the number of observations, p₁₋₂ is the significance of differences between mild and moderate illness, p₁₋₃ is the significance of differences between mild and severe illness, p₂₋₃ is the significance of differences between moderate and severe illness, M±SD is the mean ± standard deviation.

Таблица 2 | Table 2

Скорость клубочковой фильтрации у реконвалесцентов COVID-19

Glomerular filtration rate in COVID-19 convalescents

Уровни СКФ _{СКД-ЕРІ}	Группа 1 n=108		Группа 2 n=112		Группа 3 n=14	
	n	%	n	%	n	%
СКФ ≥ 90 мл/мин/1,73 м ²	37	34,2	32	28,6	3	21,4
60 ≤ СКФ < 90 мл/мин/1,73 м ²	64	59,3	64	57,1	10	71,4
СКФ < 60 мл/мин/1,73 м ²	7	6,5	16	14,3	1	7,1

Примечание: n – абсолютное число.

Note: n is an absolute number.

Перед выполнением многофакторного регрессионного анализа был выполнен корреляционный анализ компонентов метаболического синдрома и СКФ у лиц, перенесших коронавирусную инфекцию (рис. 2).

Анализ связей компонентов метаболического синдрома и СКФ в зависимости от тяжести перенесенной коронавирусной инфекции позволил установить, что при легком течении коронавирусной инфекции определялись слабая отрицательная связь СКФ и ЛПНП ($r=-0,252, p=0,004$) и слабые положительные связи мочевой кислоты с САД ($r=0,236, p=0,009$), с ДАД ($r=0,254, p=0,005$), с ИМТ ($r=0,436, p=0,0001$), с ТГ ($r=0,413, p=0,0001$), с глюкозой ($r=0,178, p=0,033$), при среднетяжелом течении – мочевой кислоты с САД ($r=0,356, p=0,0001$), с ДАД ($r=0,330, p=0,001$), с ИМТ ($r=0,406, p=0,0001$), с ТГ ($r=0,324, p=0,0001$), с глюкозой ($r=0,309, p=0,0001$) и отрицательная связь мочевой

кислоты со СКФ ($r=-0,221, p=0,010$). В случае если коронавирусная инфекция была перенесена в тяжелой форме слабые положительные связи были получены лишь для СКФ и ИМТ ($r=0,479, p=0,049$)

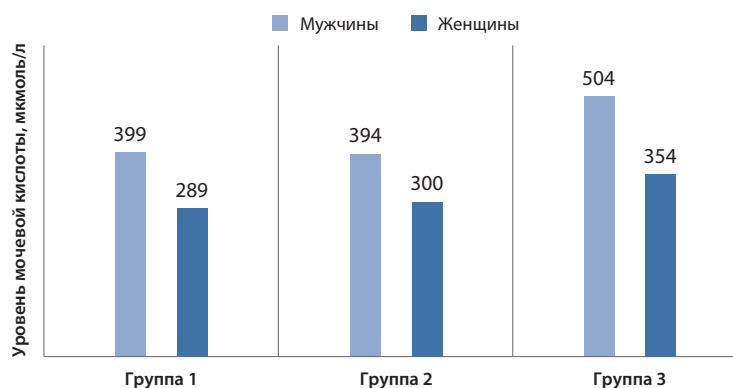


Рис. 1. Медианы уровней мочевой кислоты (µмоль/л) в зависимости от тяжести, перенесенной коронавирусной инфекции.

Fig. 1. Medians of uric acid levels (µmol/l) depending on the severity of the coronavirus infection.

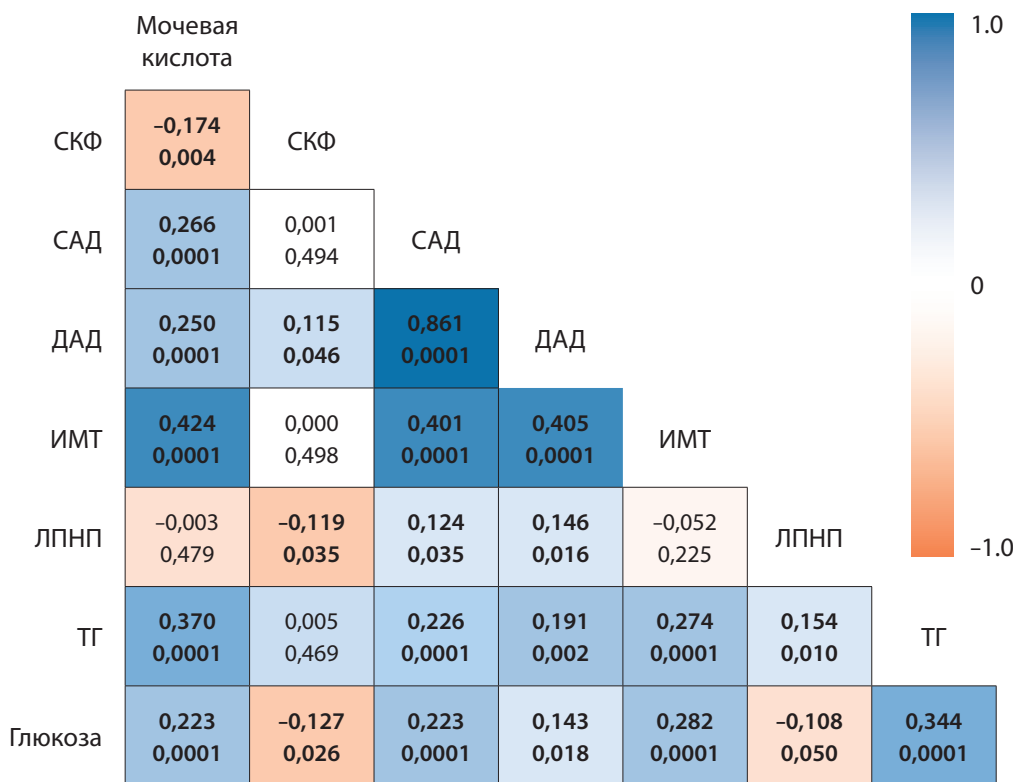


Рис. 2. Корреляционная матрица компонентов метаболического синдрома и СКФ у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию.

Fig. 2. Correlation matrix of components of metabolic syndrome and GFR in patients who have undergone a new coronavirus infection.

Таблица 3 | Table 3

Ассоциации снижения СКФ и компонентов метаболического синдрома в зависимости от тяжести, перенесенной коронавирусной инфекции

Associations of GFR reduction and components of metabolic syndrome depending on the severity of coronavirus infection

Показатели	Группа 1 n=108	Группа 2 n=112	Группа 3 n=14
Гиперурикемия, мочевая кислота ≥ 360 мкмоль/л у женщин, ≥ 400 мкмоль/л у мужчин	1,21 (0,51; 2,87) 0,658	0,37 (0,14; 0,99) 0,047	1,14 (0,08; 16,9) 0,923
Exp (B), 95,0% C.I., p	2,84 (1,17; 6,87) 0,021	2,14 (0,92; 4,97) 0,076	0,88 (0,59; 12,98) 0,923
ИМТ, кг/м ²	0,90 (0,82; 0,98) 0,015	1,01 (0,94; 1,09) 0,767	0,99 (0,78; 1,24) 0,984

Примечание: Exp (B) – экспонента, 95,0% C.I. для Exp (B) – 95% доверительный интервал для экспоненты, p – значимость различий показателей в зависимости от наличия снижения СКФ.

Группа 1 – пациенты с легким течением коронавирусной инфекции, группа 2 – пациенты со среднетяжелым течением коронавирусной инфекции, группа 3 – пациенты с тяжелым течением коронавирусной инфекции.

Note: Exp (B) is the exponent, 95.0% C.I. for Exp (B) is the 95% confidence interval for the exponent, p is the significance of the differences in indicators depending on the presence of a decrease in GFR.

Group 1 – patients with mild coronavirus infection, group 2 – patients with moderate coronavirus infection, group 3 – patients with severe coronavirus infection.

Логистический регрессионный анализ компонентов метаболического синдрома и СКФ (табл. 3) показал, что снижение СКФ ниже 90 мл/мин/1,73 м² у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию в легкой форме, ассоциировано с на-

личием гипергликемии. У пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию в среднетяжелой форме снижение СКФ было ассоциировано только с гиперурикемией.

Обсуждение результатов

Частью генома новой коронавирусной инфекции является гликопротеин, который тропен к эндотелиоцитам, содержащим рецептор ангиотензин-превращающего фермента II [13]. Экспрессия данного рецептора выявлена в том числе и в эпителиальных клетках почек, благодаря этому вирус SARS-CoV-2 способен приводить к прямому цитопатическому повреждению почек [14]. Более того, после реконвалесценции сохраняется снижение функции почек. В долгосрочном наблюдении (спустя 6 месяцев после выписки из стационара) за пациентами, перенесшими новую коронавирусную инфекцию, Chaolin Huang и его коллеги оценили последствия внепочечных проявлений COVID-19. Выявлено, что у 13% пациентов, у которых была нормальная функция почек во время острой фазы, при последующем наблюдении отмечалось снижение СКФ менее 90 мл/мин на 1,73 м² [15]. В нашем исследовании у 69,3% реконвалесцентов COVID-19 установлено снижение СКФ менее 90 мл/мин/1,73 м² независимо от тяжести, перенесенной инфекции.

Японские ученые продемонстрировали, что хроническое заболевание почек и гиперурикемия являются наиболее распространенными независимыми факторами риска смерти, связанной с COVID-19 [16]. Позже, Y. Tsuchihashi et al. установили, что гиперурикемия наряду с такими состояниями как артериальная гипертензия, диабет, дислипидемия также является фактором риска тяжелого течения заболевания, в частности с высоким риском госпитализаций в отделение интенсивной терапии пациентов с новой коронавирусной инфекцией [17].

По результатам ретроспективного когортного исследования с участием 1854 пациентов (средний возраст 58 лет; 52% женщины) проведенного китайскими учеными, выявлена U-образная зависимость тяжести течения инфекции COVID-19 с уровнем мочево́й кислоты. Было выявлено, что при высоких значениях уровня мочево́й кислоты в крови (более 423 мкмоль/л) течение заболевания было связано с повышенным риском проведения искусственной вентиляции легких [18]. Механизм, лежащий в основе взаимосвязи между гиперурикемией и смертностью, связанной с COVID-19, до конца неясен.

Однако следует принять во внимание, что существует ряд исследований с противоположными данными, где была изучена и доказана связь между гипоурикемией и тяжелым развитием течения новой коронавирусной инфекции [19-21]. Остается неясным, какие значения мочево́й кислоты считать сниженными, что накладывает ряд ограничений на эти исследования.

Согласно полученным нами данным, гиперурикемия чаще регистрировалась у пациентов, тяжело перенесших новую коронавирусную инфекцию, что ассоциировалось у реконвалесцентов COVID-19

со снижением СКФ и такими параметрами как САД, ДАД, уровень триглицеридов, глюкозы крови и ИМТ. Снижение СКФ, помимо ассоциации с гиперурикемией, сопряжено с ДАД и уровнями глюкозы и ЛПНП. Логистический регрессионный анализ позволил установить, что снижение СКФ менее 90 мл/мин/1,73 м² при легко перенесенной коронавирусной инфекции ассоциировано только с глюкозой крови, при среднетяжелом течении COVID-19 – с гиперурикемией.

Одним из факторов риска развития ХБП является ожирение и связанные с ним метаболические нарушения, такие как сахарный диабет, артериальная гипертензия, инсулинорезистентность [22, 23]. Ожирение является независимым фактором риска неблагоприятных исходов у пациентов с тяжелой формой COVID-19 [24]. В свою очередь, нами было показано, что увеличение ИМТ на 1 кг/м² приводит к снижению риска развития почечной дисфункции на 10%. Возможно, это связано со снижением массы тела у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию.

Заключение

У 33,8% пациентов, спустя 2 месяца после перенесенной новой коронавирусной инфекции наблюдается гиперурикемия, снижение СКФ менее 60 мл/мин/1,73 м² выявлено у 10% пациентов. Гиперурикемия прямо связана с тяжестью перенесенной инфекции COVID-19. Причинно-следственная связь между гиперурикемией у реконвалесцентов COVID-19 и почечной дисфункцией требует уточнения.

Никто из авторов не имеет конфликтов интересов.

None of the authors has any conflicts of interest.

Исследование выполнено в рамках бюджетной темы Рег. № 122031700115-7 и при поддержке стипендии Президента РФ № СП-2974.2022.4 и одобрено Этическим комитетом НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирска (протокол №71 от 10.11.2020 г.).

The work was supported by the Russian State Program (#122031700115-7) and a scholarship № СП-2974.2022.4 of the President of Russian Federation. Approved by the Ethic Committee of the Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (protocol No. 71 of 10.11.2020).

Авторы:

*Алёна Дмитриевна Худякова,
e-mail: alene.elene@gmail.com,
ORCID: 0000-0001-7875-1566*

Анастасия Петровна Каширина,
e-mail: kashirina_a_p_91@mail.ru,
ORCID: 0000-0002-1968-9712

Александра Александровна Карасева,
e-mail: sas96@bk.ru,
ORCID: 0000-0002-0423-5021

Евгения Витальевна Стрюкова,
e-mail: strukova.j@mail.ru,
ORCID: 0000-0001-5316-4664

Ирина Ивановна Логвиненко,
e-mail: 111157@mail.ru,
ORCID: 0000-0003-1348-0253

Authors:

Alyona Dmitrievna Khudyakova,
e-mail: alene.elene@gmail.com,
ORCID: 0000-0001-7875-1566

Anastasia Petrovna Kashirina,
e-mail: kashirina_a_p_91@mail.ru,
ORCID: 0000-0002-1968-9712

Alexandra Alexandrovna Karaseva,
e-mail: sas96@bk.ru,
ORCID: 0000-0002-0423-5021

Evgeniya Vitalieвна Stryukova,
e-mail: strukova.j@mail.ru,
ORCID: 0000-0001-5316-4664

Irina Ivanovna Logvinenko,
e-mail: 111157@mail.ru,
ORCID: 0000-0003-1348-0253

Вклад авторов: А.Д.Х. – сбор и обработка материала, А.П.К. – написание текста и участие в сборе материала, А.А.К. – статистическая обработка и участие в сборе материал, С.Е.В. – сбор материала, И.И.Л. – руководство программой.

Authors contribution: A.D.Kh. – collection and processing of material, A.P.K. – writing text and participation in the collection of material, A.A.K. – statistical processing and participation in the collection of material, E.V.S. – collection of material, I.I.L. – program management.

Список литературы

1. World Health Organization. COVID-19 Weekly Epidemiological Update. Edition 60, published 5 October 2021. Situation Reports.
2. *Dawei W., Bo Hu, Chang Hu.* Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA.* 2020 Mar 17; 323(11): 1061-1069. DOI:10.1001/jama.2020.1585.
3. *Grasselli G., Zangrillo A., Zanella A.* Baseline Characteristics and Outcomes of 1591 Patients Infected With SARS-CoV-2 Admitted to ICUs of the Lombardy Region, Italy. *JAMA.* 2020; 323(16): 1574-1581. doi:10.1001/jama.2020.5394.
4. *Chow N., Fleming-Dutra K., Gierke G. et al.* Preliminary Estimates of the Prevalence of Selected Underlying Health Con-

ditions Among Patients with Coronavirus Disease 2019 — United States. February 12–March 28. *Weekly.* 2020; 69(13); 382-386. doi:10.15585/mmwr.mm6913e2.

5. *Major R.W., Cheng M.R.I., Grant R.A. et al.* Cardiovascular disease risk factors in chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018; 13(3): e0192895. doi: 10.1371/journal.pone.0192895

6. *Hill N.R., Fatoba S.T., Oke J.L. et al.* Global Prevalence of Chronic Kidney Disease – A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One.* 2016; 11(7): e0158765. doi: 10.1371/journal.pone.0158765.

7. *Johnson R.J., Nakagawa T., Jalal D. et al.* Uric acid and chronic kidney disease: which is chasing which? *Nephrol Dial Transplant.* 2013; 28(9): 2221-8. doi: 10.1093/ndt/gft029.

8. *Li L., Yang C., Zhao Y. et al.* Is hyperuricemia an independent risk factor for new-onset chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis based on observational cohort studies. *BMC Nephrol.* 2014; 15: 122. doi: 10.1186/1471-2369-15-122.

9. *Xia X., Luo Q., Li B. et al.* Serum uric acid and mortality in chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *Metabolism.* 2016; 65(9): 1326-41. doi: 10.1016/j.metabol.2016.05.009.

10. *Liu Y. M., Xie J., Chen M.M., et al.* Kidney Function Indicators Predict Adverse Outcomes of COVID-19. *Med (NY).* 2021; 2(1): 38-48. e2. doi: 10.1016/j.medj.2020.09.001.

11. *Williams B., Mancia G., Spiering W. et al.* 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology and the European Society of Hypertension. *Journal of Hypertension.* 2018; 36(10): 1953-2041. doi: 10.1097/HJH.0000000000001940.

12. *Кобалава Ж.А., Конради А.О., Недогода С.В., и др.* Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал.* 2020; 25(3): 149-218. doi:10.15829/1560-4071-2020-3-3786.

13. *Kobalava Zh.D., Konradi A.O., Nedogoda S.V. et al.* Arterial hypertension in adults. Clinical guidelines 2020. *Russian Journal of Cardiology.* 2020; 25(3): 149-218. doi:10.15829/1560-4071-2020-3-3786.

14. *Sevajol M., Subissi L., Decroly E. et al.* Insights into RNA synthesis, capping, and proofreading mechanisms of SARS-coronavirus. *Virus Research.* 2014; 194: 90-99. doi: 10.1016/j.virusres.2014.10.008.

15. *Hanley B., Naresb K.N., Roufousse C. et al.* Histopathological findings and viral tropism in UK patients with severe fatal COVID-19: a post-mortem study. *Lancet Microbe.* 2020; 1(6): e245-e253. doi: 10.1016/S2666-5247(20)30115-4.

16. *Chaolin H., Lixue H., Yeming W. et al.* 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *Lancet.* 2021; 397(10270): 220-232. doi: 10.1016/S0140-6736(20)32656-8.

17. *Ishii M., Terai H., Kabata H. et al.* Keio COVID-19 Research Consortium (K-CORC) and the Keio Donner Project Team. Clinical characteristics of 345 patients with coronavirus disease 2019 in Japan: A multicenter retrospective study. *J Infect.* 2020; 81(5): e3-e5. doi: 10.1016/j.jinf.2020.08.052.

18. *Tsuchibashi Y., Arima Y., Takahashi T. et al.* Clinical

Characteristics and Risk Factors for Severe Outcomes of Novel Coronavirus Infection, January-March 2020, Japan. *J Epidemiol.* 2021; 31(8): 487-494. doi: 10.2188/jea.JE20200519.

18. *Chen B., Lu C., Gu H.Q. et al.* Serum Uric Acid Concentrations and Risk of Adverse Outcomes in Patients With COVID-19. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2021; 12: 633767. doi: 10.3389/fendo.2021.633767.

19. *Hu F., Guo Y., Lin J. et al.* Association of serum uric acid levels with COVID-19 severity. *BMC EndocrDisord.* 2021; 21(1): 97. doi: 10.1186/s12902-021-00745-2.

20. *Jing Liang J., Liu J., Chen Y. et al.* Characteristics of laboratory findings of COVID-19 patients with comorbid diabetes mellitus. *Diabetes Res ClinPract.* 2020; 167:108351. doi: 10.1016/j.diabres.2020.108351.

21. *Werion A., Belkhir L., Perrot M. et al.* Cliniques universitaires Saint-Luc (CUSL) COVID-19 Research Group. SARS-CoV-2 causes a specific dysfunction of the kidney proximal tubule. *Kidney Int.* 2020; 98(5): 1296-1307. doi: 10.1016/j.kint.2020.07.019.

22. *Câmara N.O., Iseki K., Kramer H. et al.* Kidney disease and obesity: epidemiology, mechanisms and treatment. *Nat Rev Nephrol.* 2017; 13(3): 181-190. doi: 10.1038/nrneph.2016.191.

23. *Zhang J., Jiang H., Chen J.* Combined effect of body mass index and metabolic status on the risk of prevalent and incident chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis. *Oncotarget.* 2017; 8(22): 35619-35629. doi: 10.18632/oncotarget.10915.

24. *Sabin S., Sezer H., Civek E. et al.* The Role of Obesity in Predicting the Clinical Outcomes of COVID-19. *Obes Facts.* 2021; 14(5): 481-489. doi: 10.1159/000517180.

Дата получения статьи: 14.01.2022

Дата принятия к печати: 13.08.2022

Submitted: 14.01.2022

Accepted: 13.08.2022