

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ INFECTIOUS DISEASES

ЛЕТАЛЬНЫЙ СЛУЧАЙ ГЕМОРРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКИ С ПОЧЕЧНЫМ СИНДРОМОМ, ОБУСЛОВЛЕННЫЙ ЗАРАЖЕНИЕМ ХАНТАВИРУСОМ СЕУЛ

Сметанникова Н.А.¹,
Яровенко В.В.²,
Бахметьева С.В.²,
Карташов М.Ю.¹,
Ковальский А.Г.²,
Яшина Л.Н.¹

¹ ФБУН «Государственный научный
центр вирусологии и биотехнологии
«Вектор» Роспотребнадзора
(630559, р.п. Кольцово, Новосибирская
область, Россия)

² ФКУЗ «Хабаровская противочумная
станция» Роспотребнадзора
(680031, г. Хабаровск, Санитарный пер.,
д. 7, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Яшина Людмила Николаевна,
e-mail: yashina@vector.nsc.ru

РЕЗЮМЕ

Ортохантавирус Сеул (SEOV) является одним из возбудителей геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС) на Дальнем Востоке России. Очаги циркуляции SEOV в серых крысах выявлены в городах Владивосток и Хабаровск.

Цель работы. Исследование клинического случая ГЛПС с летальным исходом, выявленного в г. Комсомольске-на-Амуре в 2025 году.

Материалы и методы. Образцы сыворотки крови и аутопсийного материала (кровь, ткани легких, селезенки, печени, почек) от жительницы г. Комсомольска-на-Амуре с предварительным диагнозом «ГЛПС, завершившаяся летальным исходом», были исследованы методами иммуноферментного анализа (ИФА) и обратной транскрипции – полимеразной цепной реакции (ОТ-ПЦР) с последующим секвенированием.

Результаты. Проведенные исследования подтвердили клинический диагноз. Методом ИФА в сыворотке крови обнаружены антитела к хантавирусам в титре 1:3200 (IgM) и 1:1600 (IgG). При исследовании методом ОТ-ПЦР с использованием тест-системы «ОМ-Скрин-ГЛПС-РВ» в сыворотке крови и аутопсийном материале (крови, тканях легких, селезенки, печени, почек) выявлена РНК SEOV. Анализ фрагментов генома показал высокую гомологию SEOV из Комсомольска-на-Амуре с вариантами вируса, выявленными ранее в Хабаровске, а также широко распространенными в Китае. Впервые получено генетическое доказательство инфицирования человека вирусом Сеул, циркулирующим в г. Комсомольске-на-Амуре, и выдвинуты две гипотезы формирования очага: завоз с инфицированными крысами из Китая либо Хабаровска и возможное существование материкового варианта вируса на обширной территории, включающей восточные районы Китая и Хабаровский край.

Заключение. В РФ выявлен третий городской очаг хантавируса Сеул. Летальный исход ГЛПС мог быть обусловлен фоновым заболеванием: хронической алкогольной интоксикацией с полиорганными проявлениями.

Ключевые слова: хантавирус, вирус Сеул, ГЛПС, Россия

Статья поступила: 08.07.2025
Статья принята: 05.11.2025
Статья опубликована: 26.11.2025

Для цитирования: Сметанникова Н.А., Яровенко В.В., Бахметьева С.В., Карташов М.Ю., Ковальский А.Г., Яшина Л.Н. Летальный случай геморрагической лихорадки с почечным синдромом, обусловленный заражением хантавирусом Сеул. *Acta biomedica scientifica*. 2025; 10(5): 86-92. doi: 10.29413/ABS.2025-10.5.9

FATAL CASE OF HEMORRHAGIC FEVER WITH RENAL SYNDROME ASSOCIATED WITH HANTAVIRUS SEOUL

**Smetannikova N.A.¹,
Yarovenko V.V.²,
Bakhmetyeva S.V.²,
Kovalsky A.G.²,
Kartashov M.Yu.¹,
Yashina L.N.¹**

¹ State Research Center of Virology and Biotechnology "Vector", Rospotrebnadzor (Koltsovo, Novosibirsk Region 630559, Russian Federation)

² Khabarovsk Plague Control Station, Rospotrebnadzor (Sanitarniy Lane, 7, Khabarovsk 680031, Russian Federation)

Corresponding author:
Liudmila N. Yashina,
e-mail: yashina@vector.nsc.ru

RESUME

Seoul orthohantavirus is one of the causative agents of hemorrhagic fever with renal syndrome (HFRS) in the Russian Far East. Foci of SEOV in Norway rats have been identified in the cities of Vladivostok and Khabarovsk.

The aim. Study of a clinical case of HFRS with a fatal outcome, from Komsomolsk-on-Amur in 2025.

Materials and methods. Samples of blood serum and autopsy material (blood, lung, spleen, liver, kidney tissues) from a resident of Komsomolsk-on-Amur with a clinical diagnosis of HFRS were examined using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR) followed by sequencing.

Results. The laboratory studies confirmed the clinical diagnosis. Antibodies to hantaviruses in a titer of 1:3200 (IgM) and 1:1600 (IgG) were detected by the ELISA in the blood serum. SEOV RNA was detected in blood serum and autopsy material (blood, lung, spleen, liver, kidney tissues) studying by the RT-PCR and using the OM-Screen-GLPS-RV test system. Analysis of genome fragments showed high homology of SEOV from Komsomolsk-on-Amur with virus strains previously identified in Khabarovsk, as well as those widespread in China. Genetic evidence of human infection, associated with the Seoul virus circulating in the city of Komsomolsk-on-Amur has been obtained, and two hypotheses have been put forward for the formation of the focus: importation with infected rats from China or Khabarovsk, and the possible existence of a mainland variant of the virus in a vast territory, including the eastern regions of China and Khabarovsk Krai.

Conclusion. Third urban focus of Seoul hantavirus was detected in Russia. The fatal outcome of HFRS could be caused by a comorbidity: chronic alcohol intoxication with multiple organ manifestations.

Keywords: hantavirus, Seoul virus, HFRS, Russia

Received: 08.07.2025
Accepted: 05.11.2025
Published: 26.11.2025

For citation: Smetannikova N.A., Yarovenko V.V., Bakhmetyeva S.V., Kovalsky A.G., Kartashov M.Yu., Yashina L.N. Fatal case of hemorrhagic fever with renal syndrome associated with hantavirus Seoul. *Acta biomedica scientifica*. 2025; 10(5): 86-92. doi: 10.29413/ABS.2025-10.5.9

ВВЕДЕНИЕ

Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС) является опасным природно-очаговым заболеванием человека, зарегистрированным в различных регионах России [1]. Возбудителями ГЛПС на Дальнем Востоке являются ортохантавирусы Хантаан (HTNV), Амур (AMRV) и Сеул (SEOV), циркулирующие среди полевых мышей (*Apodemus agrarius*), восточноазиатских мышей (*Apodemus peninsulae*) и серых крыс (*Rattus norvegicus*), соответственно [2, 3]. Заражение вирусами HTNV и AMRV происходит при посещении природных очагов, тогда как вирус SEOV формирует городские очаги инфекции [4]. Глобальная торговля и миграция человека привели к распространению SEOV по всему миру, включая формирование двух очагов на Дальнем Востоке [4-6]. На основе генетического сходства вариантов вируса SEOV от больных и серых крыс из этих очагов с ранее опубликованными данными предполагается, что в портовый город Владивосток вирус был завезен с инфицированными крысами на кораблях из стран юго-восточной Азии (Камбоджи, Вьетнама и Сингапура), а очаг в г. Хабаровске и близкорасположенном пос. Приамурский, в котором циркулирует другой вариант вируса SEOV, связан с грузоперевозками из Китая [4, 6].

Для ГЛПС характерно многообразие клинических проявлений: от abortивных лихорадочных форм до системного поражения мелких сосудов с геморрагическим диатезом, гемодинамическими расстройствами, почечной, а в тяжелых случаях, полиорганной недостаточностью [7]. Варианты ГЛПС, ассоциированные с SEOV, имеют преимущественно легкое и среднетяжелое течение, хотя во Владивостоке в 5,7 % случаев были выявлены тяжелые клинические формы заболевания [6, 8, 9].

Целью настоящей работы являлось исследование клинического случая ГЛПС с летальным исходом, выявленного в г. Комсомольске-на-Амуре.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Клинический диагноз «ГЛПС» подтверждали данными исследования сыворотки крови больной методами иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием наборов реагентов «ВектоХанта-IgG» и «ВектоХанта-IgM» (АО «Вектор-Бест», Россия) и полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) с использованием набора реагентов «ОМ-Скрин-ГЛПС-РВ» («Синтол», Россия), а также исследования аутопсийного материала (кровь, ткани легких, селезенки, печени, почек) методом ОТ-ПЦР с применением того же набора.

Выделение РНК из образцов крови проводили набором «РИБО-преп» (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии, Россия). Вирусную кДНК синтезировали с использованием обратной транскриптазы М-MuLV-RN («Диа-М», Россия). Продукты двухраундовой амплификации получали по стандартному протоколу с использованием описанных ранее серий праймеров к L- и S-сегментам генома

[4, 10] и Taq ДНК полимеразы Hot Start («Диа-М», Россия). Полученные ампликоны разделяли электрофорезом в 1,2 % агарозном геле, затем проводили их очистку набором Zymoclean Gel DNA Recovery Kit («Zymo Research», США). Секвенирование ДНК по Сэнгеру осуществляли с помощью генетического анализатора ABI Prism 310 («Applied Biosystems», США).

Выравнивание нуклеотидных последовательностей осуществляли с помощью алгоритма ClustalW в программе Mega5. Для построения филогенетических деревьев использовали метод ближайших соседей (NJ). Вычисления проводили для 1000 итераций.

Разрешение Этического комитета ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора на проведение исследования получено 10 февраля 2025 года (протокол заседания № 12).

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациентка Х., 41 года, жительница г. Комсомольска-на-Амуре, 31.01.2025 г. была доставлена бригадой скорой медицинской помощи в инфекционное отделение № 1 КГБУЗ «Городская больница» имени М.И. Шевчук с жалобами на лихорадку, общую слабость, боли в поясничной области.

Из анамнеза заболевания известно, что, являясь лицом без определенного места жительства, в декабре 2024 – январе 2025 г. проживала в подвале многоквартирного дома, где видела в большом количестве мышей и крыс. Пила талую воду, правила личной гигиены не соблюдала. Заболела остро 28.01.2025 г. с повышением температуры тела до 38,9–40 °С, появлением озноба и выраженной общей слабости. При поступлении отмечалось также чувство тяжести в пояснице и снижение частоты мочеиспускания. Объективный осмотр выявил отечность и гиперемия лица и шейно-воротниковой зоны, инъекцию сосудов склер, гиперемия конъюнктивы глаз, положительный симптом Пастернацкого с обеих сторон. В общем анализе крови обнаружена тромбоцитопения средней степени ($97 \times 10^9/\text{л}$). Госпитализирована в стационар с предварительным диагнозом «геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС)». При госпитализации от пациентки было получено информированное добровольное согласие в соответствии со статьей 20 Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

В первые сутки пребывания в стационаре наблюдалась резко отрицательная динамика: снижение уровня тромбоцитов до $57 \times 10^9/\text{л}$, усиление болей в пояснице, развитие анурии (отсутствие мочи по катетеру после инфузии физиологического раствора), появление однократной рвоты с примесью крови, мышечных болей, артериальной гипотонии, одышки. Переведена в палату интенсивной терапии.

В последующие сутки, несмотря на проводимую патогенетическую и симптоматическую терапию, нарастала полиорганная недостаточность

(почечно-печеночная, дыхательная, сердечно-сосудистая), развилось сопорозное состояние с переходом в кому. Второго февраля 2025 г. зарегистрирована смерть.

Санитарно-эпидемиологическое расследование приведенного случая тяжелого фатального течения ГЛПС проведено эпидемиологическим отделом филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Хабаровском крае в городе Комсомольске-на-Амуре, Комсомольском районе».

Результаты лабораторного анализа

Образцы сыворотки крови и аутопсийный материал были использованы для лабораторного подтверждения клинического диагноза. В прижизненном образце сыворотки крови, взятом 01.02.2025 г., методом ИФА были выявлены специфические антитела к хантавирусам в титре 1:3200 (IgM) и 1:1600 (IgG), при исследовании аутопсийного материала (кровь), титры специфических антител к хантавирусам составили 1:1600 для IgM и 1:1400 для IgG. При исследовании сывороток крови, а также аутопсийного материала (кровь, ткани легких, селезенки, печени, почек) методом ОТ-ПЦР была обнаружена РНК SEOV.

На основании клинических, лабораторных и патологоанатомических данных установлен заключительный диагноз: Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом, анурическая стадия, тяжелой степени тяжести, подтвержденная лабораторными данными.

Фоновое заболевание: хроническая алкогольная интоксикация с полиорганными проявлениями (алкогольная кардиомиопатия, хронический индуративный панкреатит, хронический алкогольный гепатит).

Осложнения основного заболевания: инфекционно-токсический шок 3 степени. Нефрозонефрит, острая почечная недостаточность. Геморрагический синдром: кровоизлияния слизистых оболочек, паренхиматозных органов. Геморрагический гастрит, энтероколит. Отек легких. Отек оболочек и вещества головного мозга с дислокацией ствола. Дистрофически-некробиотические изменения паренхиматозных органов.

Результаты филогенетического анализа

ОТ-ПЦР анализ с использованием набора реагентов «ОМ-Скрин-ГЛПС-РВ» позволил установить вид вируса-возбудителя ГЛПС, но не дал возможности сравнить последовательность его генома с ранее известными изолятами из различных регионов мира для дифференцировки генетического варианта SEOV и его происхождения. С этой целью образцы крови больной, взятые во время пребывания в стационаре и при аутопсии, были использованы для получения и секвенирования фрагментов L- и S-сегментов генома.

Филогенетический анализ на основе последовательности фрагмента L-сегмента (346 н.о.) показал, что изолят из Комсомольска-на-Амуре, относится к тому же варианту SEOV, который выявлен нами ранее у пациентов и серых крыс в Хабаровске и его пригороде, но отличается от варианта VDV вируса SEOV из Владивостока (рис.). Различия нуклеотидных последовательностей вариантов вируса SEOV из Комсомольска-на-Амуре

и Владивостока составило 4,7–5,0 %, тогда как между изолятами из Хабаровска, Комсомольска-на-Амуре и Китая – 0,3–1,2 %, а кодируемые аминокислотные последовательности были идентичными.

Генетический анализ фрагмента S-сегмента (760 н.о.) также показал близкое родство вируса SEOV от больной из Комсомольска-на-Амуре с изолятами от серых крыс и больных из Хабаровска и Китая. При сравнении нуклеотидных последовательностей отмечается максимальный уровень гомологии с изолятами от больных Khabarovsk-HU977/Russia/2019 и Priamursk-HU1619/Russia/2018 (99,7 % и 100 %, соответственно) при полной идентичности кодируемых аминокислотных последовательностей фрагмента нуклеокапсидного белка. Гомология с изолятами из Китая достигает 99,5 % для нуклеотидных и 100 % для кодируемых аминокислотных последовательностей.

Представленные данные позволяют выдвинуть две гипотезы формирования ранее неизвестного городского очага SEOV в Комсомольске-на-Амуре: завоз инфицированных крыс с продовольственными товарами из Хабаровска либо Китая и возможное существование именно этого материкового варианта вируса на обширной территории, включающей восточные районы Китая и Хабаровский край.

ОБСУЖДЕНИЕ

Дальний Восток России является частью нозоареала ГЛПС, где заболеваемость обуславливают три патогенных ортохантавируса: HTNV, AMRV и SEOV [2, 3]. От заболевших жителей Комсомольска-на-Амуре и района ранее выявляли только два из них, вирусы AMRV (изоляты Komsomolsk-HU1572/Russia/2018 и Komsomolsk-HU1749/Russia/2019) и HTNV (Komsomolsk-HU1570/Russia/2019 и Komsomolsk-HU2210/Russia/2022).

Выявление и генетическое подтверждение инфицирования человека хантавирусом SEOV у больной ГЛПС, не выезжавшей за пределы Комсомольска-на-Амуре, получено впервые.

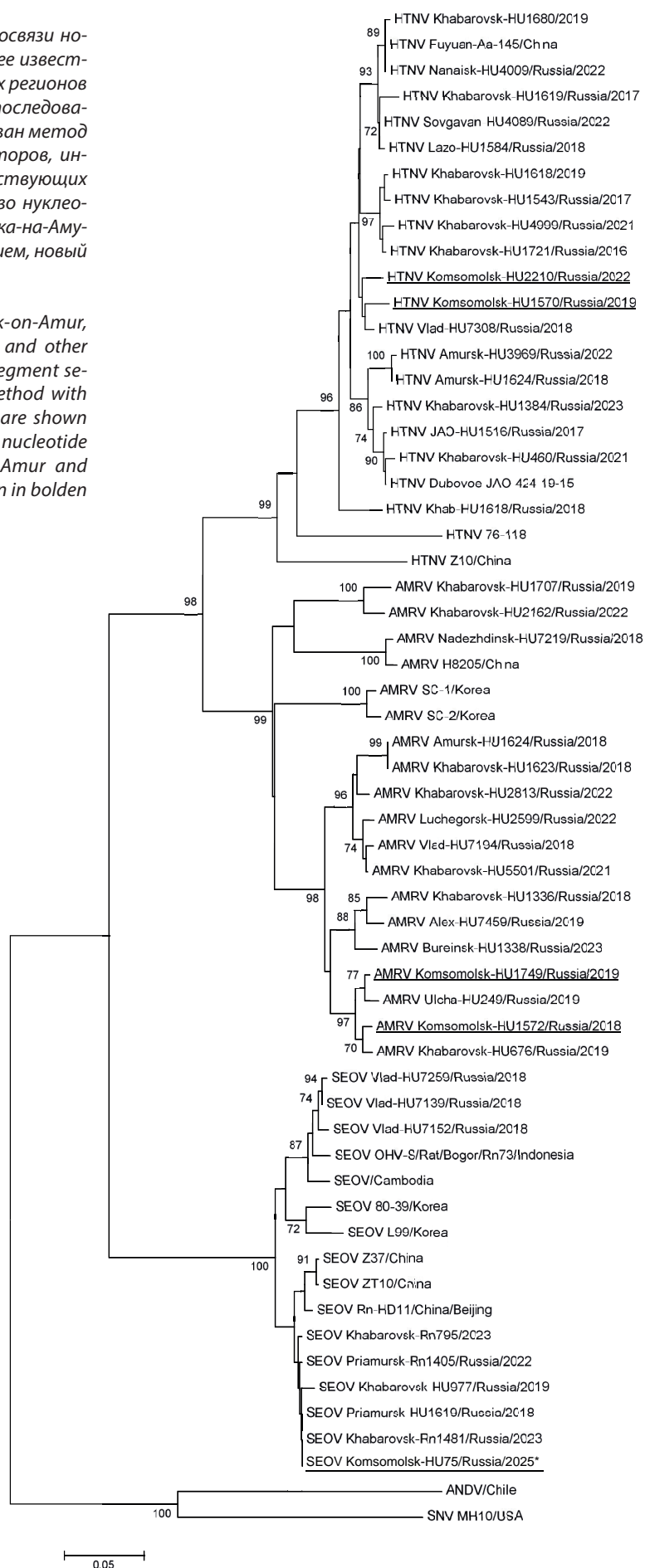
Свыше 80 % случаев ГЛПС, ассоциированных с HTNV и AMRV, характеризуются тяжелым либо среднетяжелым течением, в то время как при заражении SEOV доля тяжелых форм не превышает 5,7 %, с частотой летальных исходов в Азии менее 1 % [6, 9, 11]. Тем не менее, представленный клинический случай демонстрирует тяжелую осложненную форму ГЛПС, вызванную SEOV, с летальным исходом на 6-й день. Наиболее вероятно, что фатальное течение заболевания было связано с отягощенным преморбидным фоном. Известно, что в патогенезе тяжелых форм ГЛПС ключевую роль играет гиперпродукция провоспалительных цитокинов в сочетании с иммуносупрессией клеточного иммунного ответа, что способствует развитию системного иммунного воспаления микрососудов почек, легких, печени, миокарда, головного мозга. Быстрое развитие коагулопатии с истощением пула тромбоцитов, нарушение микроциркуляторной и центральной гемодинамики, неконтролируемые

РИС.

Филогенетические деревья, отображающие взаимосвязи нового РНК изолята из Комсомольска-на-Амуре с ранее известными хантавирусами из дальневосточного и других регионов мира. Дерево построено на основе нуклеотидных последовательностей L-сегмента генома (346 н.о.). Использован метод NJ, индексы поддержки рассчитаны для 1000 повторов, индексы поддержки (> 70 %) отображены в соответствующих узлах. Масштабная линейка указывает количество нуклеотидных замен на сайт. РНК изоляты из Комсомольска-на-Амуре и Комсомольского района выделены подчеркиванием, новый изолят выделен жирным шрифтом и звездочкой (*)

FIG.

Phylogenetic tree of new strain identified in Komsomolsk-on-Amur, in relationship to hantavirus strains from far-eastern and other regions of the world. Tree was based on the partial L-segment sequences (346 bp). The trees were generated by NJ method with 1000 bootstrap replicates, bootstrap values (> 70 %) are shown at relevant nodes. The scale bar depicts the number of nucleotide substitutions per site. Strains from Komsomolsk-on-Amur and Komsomolsk district are underlined, new strain is shown in bolden lettering and asterisk (*)



сосудистые реакции (инфекционно-токсический шок) приводят к полиорганной недостаточности и необратимым деструктивным процессам [12, 13]. Хроническая интоксикация этанолом, помимо токсических полиорганных нарушений, также вызывает супрессию активности Th1-лимфоцитов, увеличение в крови уровня провоспалительных (ИЛ-6) и снижение содержания противовоспалительных цитокинов (ИЛ-10) [14, 15], что может усиливать системное иммуноопосредованное поражение, вызванное возбудителем ГЛПС.

Ранее случаев ГЛПС, обусловленных заражением SEOV, в Комсомольске-на-Амуре не выявляли, вероятно, потому, что стандартная лабораторная диагностика методом ИФА не дает возможности дифференцировать вид возбудителя, а дифференциальная диагностическая система на основе ПЦР в реальном времени используется в практическом здравоохранении сравнительно недавно. Показано также, что регистрируемая заболеваемость ГЛПС не в полной мере отражает реальную распространенность возбудителей, прежде всего, за счет не диагностированных случаев легкого или бессимптомного течения инфекции, образующих скрытую часть эпидемического процесса [16, 17]. Не в последнюю очередь это можно отнести к SEOV-ассоциированным вариантам ГЛПС, среди которых значительную часть составляют именно легкие клинические формы [6, 8, 11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, нами впервые получено генетическое подтверждение инфицирования человека вирусом Сеул, циркулирующим в г. Комсомольске-на-Амуре. Также установлено, что выявленный изолят SEOV относится к геноварианту, обнаруженному нами ранее в Хабаровске и его окрестностях, и широко распространенному в Китае.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках государственного задания ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора.

Конфликт интересов

Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Tkachenko EA, Ishmukhamedov AA, Tkachenko PE, Morozov VG, Kruger DH, Klempa B, et al. Hemorrhagic fever with renal syndrome, Russia. *Emerging Infectious Diseases*. 2019; 25: 2325–2327. doi: 10.3201/eid2512.181649
2. Yashina LN, Patrushev NA, Ivanov LI, Slonova RA, Mishin VP, Kompanets GG, et al. Genetic diversity of hantaviruses associated with hemorrhagic fever with renal syn-

drome in the Far East of Russia. *Virus Research*. 2000; 70(1–2): 31–44. doi: 10.1016/s0168-1702(00)00203-3

3. Яшина Л.Н., Сметанникова Н.А., Компанец Г.Г., Здановская Н.И., Иванов Л.И. Молекулярная эпидемиология патогенных хантавирусов на Дальнем Востоке России, 2015–2018 гг. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2019; 4: 102–108. [Yashina LN, Smetannikova NA, Kompanets GG, Zdanovskaya NI, Ivanov LI. Molecular Epidemiology of Pathogenic Hantaviruses in the Far East of Russia, 2015–2018. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2019; 4: 102–108. (In Russ.)]. doi: 10.21055/0370-1069-2019-4-102-108

4. Яшина Л.Н., Сметанникова Н.А., Здановская Н.И., Полещук Д.Н., Лапин А.С., Ковальский А.Г. Новый очаг хантавируса Сеул на Дальнем Востоке России. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2024; (3): 170–177. [Yashina LN, Smetannikova NA, Zdanovskaya NI, Poleshchuk DN, Lapin AS, Koval'sky AG. New Focus of Hantavirus Seoul in the Far East of Russia. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2024; (3): 170–177. (In Russ.)]. doi: 10.21055/0370-1069-2024-3-170-177

5. Lin XD, Guo WP, Wang W, Zou Y, Hao ZY, Zhou DJ, et al. Migration of Norway rats resulted in the worldwide distribution of Seoul hantavirus today. *Journal of Virology*. 2012; 86(2): 972–981. doi: 10.1128/JVI.00725-11

6. Yashina LN, Hay J, Smetannikova NA, Kushnareva TV, Iunikhina OV, Kompanets GG. Hemorrhagic fever with renal syndrome in Vladivostok city, Russia. *Frontiers of Public Health*. 2021; 9: 620279. doi: 10.3389/fpubh.2021.620279

7. Tariq M, Kim DM. Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome: Literature Review, Epidemiology, Clinical Picture and Pathogenesis. *Infection and Chemotherapy*. 2022; 54(1): 1–19. doi: 10.3947/ic.2021

8. Clement J, LeDuc JW, McElhinney LM, Reynes JM, Van Ranst M, Calisher CH. Clinical characteristics of rat-borne Seoul hantavirus disease. *Emerging Infectious Diseases*. 2019; 25(2): 387–388. doi: 10.3201/eid2502.181643

9. Jiang H, Du H, Wang LM, Wang PZ, Bai XF. Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome: Pathogenesis and Clinical Picture. *Front Cell Infect Microbiol*. 2016; 6: 1. doi: 10.3389/fcimb.2016.00001

10. Klempa B, Fichet-Calvet E, Lecompte E, Auste B, Aniskin V, Meisel H, et al. Hantavirus in African wood mouse, Guinea. *Emerging Infectious Diseases*. 2006; 12(5): 838–840. doi: 10.3201/eid1205.051487

11. Kim WK, No JS, Lee SH, Song DH, Lee D, Kim JA, et al. Multiplex PCR-Based Next-Generation Sequencing and Global Diversity of Seoul Virus in Humans and Rats. *Emerging Infectious Diseases*. 2018; 24(2): 249–257. doi: 10.3201/eid2402.171216

12. Морозов В.Г., Ишмухаметов А.А., Дзагурова Т.К., Ткаченко Е.А. Клинические особенности геморрагической лихорадки с почечным синдромом в России. *Медицинский совет*. 2017; 5: 156–161. [Morozov VG, Ishmukhamedov AA, Dzagurova TK, Tkachenko EA. Clinical manifestations of hemorrhagic fever with renal syndrome in Russia. *Meditsinskiy sovet*. 2017; 5: 156–161. (In Russ.)]. doi: 10.21518/2079-701X-2017-5-156-161

13. Shimabukuro-Vornhagen A, Gödel P, Subklewe M, Stemmler HJ, Schloßer HA, Schlaak M, et al. Cytokine release syndrome. *Journal for Immunotherapy of Cancer*. 2018; 6: 559–570. doi: 10.1186/s40425-018-0343-9

14. Забродский П.Ф., Лим В.Г., Гришин В.А., Кузьмин А.В. Механизмы нарушения иммунного статуса при хронической интоксикации этанолом. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2011; 152(7): 97–100. [Zabrodskii PF, Lim VG, Grishin VA, Kuzmin AV. The mechanisms of influence of the immune status at the chronic intoxication of ethanol. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2011; 152(7): 97–100. (In Russ.)].

15. Газатова Н.Д., Юрова К.А., Гаврилов Д.В., Литвинова Л.С. Алкоголь и иммунитет. *Гены и клетки*. 2018; 13(1): 47–55. [Gazatova ND, Yurova KA, Gavrilov DV, Litvinova LS. Alcohol and immunity. *Genes and Cells*. 2018; 13(1): 47–55. (In Russ.)]. doi: 10.23868/201805005

16. Нафеев А.А., Савельева Н.В., Сibaева Э.И. Иммунологический (серологический) мониторинг в системе эпидемиологического надзора за природно-оча-

говыми инфекциями. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2016; 21(5): 286–289. [Nafeev AA, Savelyeva NV, Sibaeva EI. Immunological (serological) monitoring in the epidemiological surveillance system of natural focal infections. *Epidemiology and Infectious Diseases*. 2016; 21(5): 286–289. (In Russ.)]. doi: 10.18821/1560-9529-2016-21-5-286-289

17. Дзагурова Т.К., Ткаченко Е.А., Транквиловский Д.В., Колясникова Н.М., Теодорович Р.Д., Курашова С.С., и др. Эпидемиологический анализ заболеваемости геморрагической лихорадкой с почечным синдромом и клещевым энцефалитом в Российской Федерации. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2024; 23(5): 84–91. [Dzagurova TK, Tkachenko EA, Trankvilevsky DV, Kolyasnikova NM, Teodorovich RD, Kurashova SS, et al. Epidemiological analysis of the incidence of hemorrhagic fever with renal syndrome and tick-borne encephalitis in the Russian Federation. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2024; 23(5): 84–91. (In Russ.)]. doi: 10.31631/2073-3046-2024-23-5-84-91

Сведения об авторах

Сметанникова Наталья Анатольевна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела геномных исследований, ФБУН «Государственный Научный Центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора; e-mail: smetannikova@vector.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5082-8071>

Яровенко Валентина Васильевна – заведующая лабораторией вирусологии ФКУЗ «Хабаровская противочумная станция» Роспотребнадзора, e-mail: chum27@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9812-6747>

Бахметьева Светлана Васильевна – кандидат ветеринарных наук, биолог лаборатории вирусологии, ФКУЗ «Хабаровская противочумная станция» Роспотребнадзора; e-mail: chum27@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6230-3889>

Карташов Михаил Юрьевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела молекулярной вирусологии, ФБУН «Государственный Научный Центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора; e-mail: kartashov_myu@vector.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7857-6822>

Ковальский Андрей Григорьевич – директор ФКУЗ «Хабаровская противочумная станция» Роспотребнадзора; e-mail: chum27@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0000-3173-6254>

Яшина Людмила Николаевна – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела геномных исследований, ФБУН «Государственный Научный Центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора; e-mail: yashina@vector.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2844-7835>

Information about the authors

Natalia A. Smetannikova – Cand. Sc. (Med.), Senior Researcher at the department of genomic research, State Research Center of Virology and Biotechnology “VECTOR”, Rospotrebnadzor, e-mail: smetannikova@vector.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5082-8071>

Valentina V. Yarovenko – Head of the Laboratory of Virology of the Khabarovsk Plague Control Station, Rospotrebnadzor, e-mail: chum27@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9812-6747>

Svetlana V. Bakhmetyeva – Cand. Sc. (Vet.), Biologist of the Laboratory of Virology of the Khabarovsk Plague Control Station, Rospotrebnadzor; e-mail: chum27@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6230-3889>

Mikhail Yu. Kartashov – Cand. Sc. (Biol.), Senior Researcher at the department of molecular virology, State Research Center of Virology and Biotechnology “VECTOR”, Rospotrebnadzor, e-mail: kartashov_myu@vector.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7857-6822>

Andrey G. Kovalsky – Director of the Khabarovsk Plague Control Station, Rospotrebnadzor, e-mail: chum27@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0000-3173-6254>

Liudmila N. Yashina – Dr. Sc. (Biol.), Leading Scientist at the department of genomic research, State Research Center of Virology and Biotechnology “VECTOR”, Rospotrebnadzor, e-mail: yashina@vector.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2844-7835>