in the Orenburg region. *Medical Parasitology and parasitic diseases*. 2007; 3: 27–30.

23. Simakov A., Leonova G.N., Borisova O.N. Epidemiological aspects of Ixodes tick borreliosis in the Primorsky Territory. *Far East Medical Journal*. 2005; 4: 30–3.

24. Spirin N.N., Baranov N.S., Fadeyev O.A. et al. Chronic Borrelia encephalomyelitis. *Medical Almanac*. 2011; 1(14): 162–4.

25. Lobzin J.V., Rakhmanov A.G., Antonov V.S. et al. *The epidemiology, etiology, clinical features, diagnosis, treatment and prevention of Ixodes tick borreliosis* (recommendations for physicians). – SPb. 2000.

26. Asbrink E., Hovmark A. Comments on the course and classification of Lyme borreliosis. *Scand J Infect Dis*. 1991; 77 (Suppl): 41–3.

Сведения об авторах

Лубова Валерия Александровна – младший научный сотрудник лаборатории флавовирусных инфекций ФГБНУ «НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова», valeri_priority@mail.ru

Леонова Галина Николаевна – главный научный сотрудник лаборатории флавовирусных инфекций ФГБНУ «НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова», доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, galinaleon41@gmail.com

© Кумакшева Е.В., Кушнарера Т.В., 2016
УДК 599.323.4:578.833.29(571.63)

DOI: 10.18411/hmes.d-2016-077

Е.В. Кумакшева, Т.В. Кушнарера

КАРИОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХОЗЯЕВ ХАНТАВИРУСОВ – ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ГЕМОРРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКИ С ПОЧЕЧНЫМ СИНДРОМОМ В ПРИМОРЬЕ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова», 690087, Владивосток, РФ

Приведены данные по экологическим и цитогенетическим характеристикам азиатских лесных мышей (*Apodemus peninsulae*) – природного хозяина патогенного для человека хантавируса *Amur* – из регионов Дальнего Востока России, где циркулируют его различные генетические варианты. Получены первые результаты кариологического исследования азиатских лесных мышей из Приморского и Хабаровского краев, которые показали цитогенетические отличия между грызунами-носителями геновариантов Приморье1-Китай и Хабаровск вируса *Amur* на внутривидовом уровне.

Ключевые слова: грызуны; *Apodemus peninsulae*; кариотип; геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС); хантавирус *Amur*; Приморский край.

Для цитирования: Кумакшева Е.В., Кушнарера Т.В. Кариология экологических хозяев хантавирусов – возбудителей геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Приморье. *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2016; 2(65): 49–51. DOI: 10.18411/hmes.d-2016-077

Для корреспонденции: Кумакшева Е.В., младший научный сотрудник лаборатории хантавирусных инфекций; e-mail: liza_kumaksheva@mail.ru

Поступила 12.05.16

Е.В. Kumaksheva, T.V. Kushnareva

DOI: 10.18411/hmes.d-2016-077

KARYOLOGY OF ECOLOGICAL HOSTS OF HANTAVIRUSES – ETIOLOGICAL AGENTS OF HEMORRHAGIC FEVER WITH RENAL SYNDROME IN PRIMORSKY REGION

Federal State Scientific Institution «Research Institute of Epidemiology and Microbiology name's G.P. Somov», 690087, Vladivostok, Russia

Ecological and cytogenetic characteristics of *Apodemus peninsulae* from the Russian Far East – natural host of distinct genetic variants pathogenic for human Amur hantavirus was shown. The results of karyological analysis of *Apodemus peninsulae* with hantavirus infection from Primorye and Khabarovsk regions are obtained. The study showed cytogenetic differences between the hosts of Primorye1-China and Khabarovsk hantavirus genovariants at intrapopulation level.

Keywords: rodents; *Apodemus peninsulae*; karyotype; hemorrhagic fever with renal syndrome (HFRS); hantavirus *Amur*; Primorsky Region.

For citation: Kumaksheva E.V., Kushnareva T.V. Karyology of ecological hosts of hantaviruses – etiological agents of hemorrhagic fever with renal syndrome in Primorsky Region. *Health. Medical ecology. Science* (in Russia). 2016; 2: 49–51. DOI: 10.18411/hmes.d-2016-077

For correspondence: Kumaksheva E.V. – junior researcher pathogenic bacteria ecology laboratory; e-mail: liza_kumaksheva@mail.ru

Conflict of interests. The authors are declaring absence of conflict of interests.

Financing. The study had no sponsor support.

Received 12.05.16

Accepted 18.05.16

Природными резервуарами хантавирусов служат представители семейств мышинные (*Muridae*), хомяковые (*Cricetidae*), насекомоядные (*Insectivora*) и рукокрылые (*Chiroptera*), с которыми их связывает длительный путь коэволюции. Известно 22 патогенных для человека хантавируса, вызывающих геморрагическую лихорадку с почечным синдромом (ГЛПС) в странах Евразии и хантавирусный кардиолегочный синдром (ХКЛС) в странах Северной и Южной Америк. В паразитарной системе «хантавирус-грызун» основные теплокровные хозяева оказываются непосредственными участниками эстафетной передачи хантавируса и источниками заражения людей [9,11]. Установление видов хантавирусов, циркулирующих на определенной территории в популяциях своих экологических хозяев, имеет важное научно-практическое значение. В азиатской части России в лесных и лесостепных природных очагах ГЛПС установлена циркуляция вируса *Amur* (генетические варианты *Primorye*, *Primorye1-China*, *Khabarovsk*, *Amursk*) в популяциях природного хозяина азиатской лесной мыши *Apodemus peninsulae* и вируса *Hantaan* (геновариант Far East) в популяциях экологического хозяина полевой мыши *A. agrarius* [7,8]. Имеются работы по определению числа хромосом и их морфологическим особенностям при вирусных инфекциях [2], в которых возникновение клеток с более чем одной хромосомной перестройкой и хроматидные разрывы и обмены рассматриваются как специфическая особенность вирусного кластогенеза. Цитогенетических исследований по числу встречаемости добавочных хромосом у природных хозяев хантавирусов, циркулирующих на Дальнем Востоке России, не проводилось.

Цель работы состояла в анализе и обобщении литературных и собственных данных по экологическим, цитогенетическим характеристикам мышей вида *Apodemus peninsulae* из регионов Дальнего Востока России, где циркулируют филогенетически отличающиеся генетические варианты вируса *Amur*.

Материалы и методы. В работе использовались материалы, полученные на энзоотичных территориях Приморского края в поясе хвойно-широколиственных лесов. В качестве внешней группы взяты образцы *A. peninsulae* из Хабаровского края. В 10–20% суспензии органов выявляли антиген хан-

тавируса с помощью ИФА, специфические антитела с помощью НМФА. Препараты метафазных хромосом готовили в лабораторных условиях (на базе лаборатории эволюционной зоологии и генетики БПИ ДВО РАН) прямым способом из красного костного мозга животных по общепринятой методике [10]. Все обнаруженные добавочные хромосомы относили к соответствующему размерно-морфологическому классу по ранее предложенным критериям [4].

Результаты. В лесных природных очагах ГЛПС в сообществах грызунов за полный популяционный цикл численности доля *A. peninsulae* составила в отловах 68,0%, среди всех инфицированных 76,2%; она доминировала в фазы низкой, подъема и пика численности. *A. agrarius* имела низкую долю в отловах и среди инфицированных (3,6% и 2,2%). Красно-серая полевка *Myodes rufocanus* – носитель хантавируса с неустановленной патогенностью для человека – имела долю 27,8% в отловах и 23,0% среди инфицированных.

Вид *A. peninsulae* уникален тем, что у него встречаются В- (добавочных) хромосомы, различающиеся по числу и размерно-морфологическим типам [3,4]. При изучении видообразования *A. peninsulae* была предположена гипотеза об участии вирусов в хромосомных перестройках и появлении в кариотипе грызунов добавочных хромосом [1]. Согласно географическому распределению генетических вариантов вируса *Amur* [8], исследованные нами лесные азиатские мыши являются носителями разных геновариантов этого вируса. Мыши из Хасанского района (отроги Черных Гор) – носители геноварианта *Primorye1-China*, который циркулирует в популяциях *A. peninsulae* и на прилегающей территории Китая; мыши из Надеждинского района – носители геноварианта *Primorye*, а мыши из Хабаровского края – носители геноварианта *Khabarovsk*.

Получены предварительные данные кариологического исследования лесных азиатских мышей с хантавирусной инфекцией, отловленных в разных районах Приморского и Хабаровского краев. У мышей из Хасанского района в А (основном)-наборе 48 акроцентрических хромосом, убывающих в размере, и две В-хромосомы. При этом у самки они были точечного характера $2n=50$ (2В:mS), у самца В-хромосомы были очень мелкого точечного характера $2n=48$ (+2В). Одна мышь имела пять В-хромосом, у остальных особей характеристики В-хромосом не выходили за рамки вида. У азиатских лесных мышей из разных локалитетов, отловленных в Надеждинском районе, было от

одной до двух добавочных хромосом. Лесные азиатские мыши из внешней группы (Хабаровский край) не имели добавочных хромосом.

Заключение. Проведенные исследования образцов *A. peninsulae* из разных локалитетов – носителей различных генетических вариантов вируса *Amur* – показали размерно-морфологические отличия на внутривидовом уровне, согласуясь с ранее полученными данными [6]. Наши результаты подтверждают и дополняют сведения о полиморфизме *A. peninsulae*. Необходимо дальнейшее комплексное изучение популяций видов-носителей хантавирусов с различными типами В-хромосом из географически удаленных точек исследования.

Конфликт интересов отсутствует.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бекасова Т.С., Воронцов Н.Н. Популяционный хромосомный полиморфизм азиатских лесных мышей *Apodemus peninsulae* (Rodentia, Muridae). *Генетика*. 1975; 11(6): 89–94.
2. Гилева Э.А., Полявина О.В., Апекина Н.С., Демина В.Т., Осипова О.В., Берштейн А.Д. Вирусные инфекции и хромосомные нарушения у рыжей полевки из природных и лабораторных популяций. *Генетика*. 2001; 37(4): 504–10.
3. Картавцева И.В. *Кариосистематика лесных и полевых мышей*. Владивосток: Дальнаука, 2002. 142 с.
4. Рослик Г.В., Картавцева И.В. Морфотипы В-хромосом *Apodemus peninsulae* (Rodentia) Дальнего Востока России. *Цитология*. 2012; 54(1): 66–77.
5. Рубцов Н.Б., Картавцева И.В., Рослик Г.В., Карамышева Т.В., Павленко М.В., Иваса М.А., Ко Х.С. Особенности В-хромосом восточноазиатской мыши *Apodemus peninsulae* (Thomas, 1906) Забайкалья и Дальнего Востока, выявленные FISH методом. *Генетика животных*. 2015; 51(3): 341–45.
6. Слонова Р.А., Кушнарева Т.В., Компанец Г.Г. Современные аспекты природной очаговости хантавирусной инфекции в Приморском крае. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2008; 2: 5–9.
7. Яшина Л.Н. *Генетическое разнообразие хантавирусов в популяциях грызунов и насекомоядных азиатской части России*: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 2012. 49 с.

Сведения об авторах

Кумакшева Елизавета Владимировна – младший научный сотрудник лаборатории хантавирусных инфекций ФГБНУ «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова» (НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова); раб. тел. 8(423)2441888; e-mail: liza_kumaksheva@mail.ru

Кушнарева Татьяна Валерьевна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории хантавирусных инфекций ФГБНУ «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова»; раб. тел. 8(423)2441888; e-mail: tatyana.kushnareva@inbox.ru

8. Bennett S.N., Gu S.H., Kang H.J., Arai S., Yanagihara R. et al. Reconstructing the evolutionary origins and phylogeography of hantaviruses. *Trends in microbiology*. 2014; 22(8): 473–82.

9. Ford C.E., Hamerton J.L. A colchicine, hypotonic citrate, squash sequence for mammalian chromosomes. *Stain Technol.* 1956; 31: 247–51.

10. Jonsson C.B., Figueiredo L.T., Vapalahti O.A. Global Perspective on Hantavirus Ecology, Epidemiology, and Disease. *Clin. Microbiol. Rev.* 2010; 23(2): 412–41.

REFERENCES

1. Bekasova T.S., Vorontsov N.N. Population chromosomal polymorphism Asian wood mouse *Apodemus peninsulae* (Rodentia, Muridae). *Genetics*. 1975; 11(6): 89–94.
2. Gileva E.A., Polyavina O.V., Ahekina N.S., Demin V.T., Osipova O.V., Bernstein A.D. Viral infections and chromosomal abnormalities in the bank vole from natural and laboratory populations. *Genetics*. 2001; 37(4): 504–10.
3. Kartavtseva I.V. *Karyosystematics forest and field mice*. Vladivostok: Dal'nauka, 2002. 142 p.
4. Roslik G.V., Kartavtseva I.V. Morphological types of B-chromosomes of *Apodemus peninsulae* (Rodentia) Far East Russia. *Cytology*. 2012; 54(1): 66–77.
5. Rubtsov N.B., Kartavtseva I.V., Roslik G.V., Karamysheva T.V., Pavlenko M.V., Iwasa M.A., Co. H.C. Features B-chromosomes of East Asian mouse *Apodemus peninsulae* (Thomas, 1906) Trans-Baikal and the Far East, identified by FISH. *The genetics of animals*. 2015; 51(3): 341–45.
6. Slonova R.A., Kushnareva T.V., Kompanets G.G. Modern aspects of natural foci of hantavirus infection in the Primorsky Territory. *Pacific Medical Journal*. 2008; 2: 5–9.
7. Yashin L.N. *Genetic diversity of hantaviruses in populations of rodents and insectivores Asian part of Russia*: author. dis. ... dr. biol. sciences. Novosibirsk, 2012. 49 p.
8. Bennett S.N., Gu S.H., Kang H.J., Arai S., Yanagihara R. et al. Reconstructing the evolutionary origins and phylogeography of hantaviruses. *Trends in microbiology*. 2014; 22(8): 473–82.
9. Ford C.E., Hamerton J.L. A colchicine, hypotonic citrate, squash sequence for mammalian chromosomes. *Stain Technol.* 1956; 31: 247–51.
10. Jonsson C.B., Figueiredo L.T., Vapalahti O.A. Global Perspective on Hantavirus Ecology, Epidemiology, and Disease. *Clin. Microbiol. Rev.* 2010; 23(2): 412–41.