

<https://doi.org/10.23946/2500-0764-2021-6-2-8-15>

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПРОФИЛАКТИКЕ БЕШЕНСТВА (ЮЖНАЯ СИБИРЬ)

ЗАРВА И.Д.*, БОТВИНКИН А.Д.

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Иркутск, Россия

Резюме

Цель. Обоснование необходимости координации мероприятий по профилактике бешенства на сопредельных территориях со сходными условиями для распространения этой инфекции.

Материалы и методы. Проведено ретроспективное описание пространственно-временной динамики заболеваемости бешенством за 1950–2020 гг. по материалам семи субъектов Российской Федерации (Республики Алтай, Тыва, Хакасия, Бурятия, Красноярский край, Забайкальский край и Иркутская область). Дополнительно включены заболевания людей в Кемеровской области и Алтайском крае. Картографирование случаев бешенства людей ($n=124$) и животных ($n=1648$) выполнено с помощью программ QGIS 3.16.3, ArcMap 10.8.1, ArcScene 10.8.1 и открытых электронных ландшафтно-географических карт мира «Natural Earth», «Open street map».

Результаты. Выявлено два периода интенсивного распространения бешенства в Южной Сибири: с 1950 по 1983 гг. и с 2002 г. по настоящее время. Заболевания людей регистрировались только в первом периоде. Дискретность проявлений бешенства во времени характерна для всех административных территорий данного региона: межэпизоотические периоды продолжаются от 10 до 40 лет и более. Установлена мозаичность локализации и относительная изолированность друг от друга неблагополучных по бешенству участков территории. После 2002 г. просле-

живается связь случаев бешенства с землями сельскохозяйственного назначения и последовательное продвижение эпизоотии с запада на восток и северо-восток во все административные территории региона, кроме Иркутской области. Выявленные региональные особенности пространственного распространения бешенства обусловлены горным рельефом и связью отдельных лесостепных участков с аналогичными ландшафтами сопредельных стран.

Заключение. Для Южной Сибири характерны продолжительные периоды отсутствия заболеваемости бешенством и формирование изолированных в пространстве очагов в результате периодических заносов вируса с сопредельных территорий. Эти особенности определяют общие для региона подходы к организации профилактических мероприятий и позволяют рассчитывать на более высокую эффективность борьбы с бешенством благодаря наличию естественных барьеров и возможности концентрировать ресурсы на небольших по площади участках. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности регионального подхода к борьбе с бешенством.

Ключевые слова: бешенство, профилактика, региональный подход, картографирование, Южная Сибирь.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект 19-315-90004/19.

Для цитирования:

Зарва И.Д., Ботвинкин А.Д. Региональный подход к профилактике бешенства (Южная Сибирь). *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2021; 6(2): 8-15. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2021-6-2-8-15>

*Корреспонденцию адресовать:

Зарва Иван Дмитриевич, 664003, Россия, г. Иркутск, ул. Красного восстания, 1, ivan_zarva@mail.ru
© Зарва И.Д. и др.

ORIGINAL RESEARCH

PREVENTION OF RABIES IN SOUTHERN SIBERIA

IVAN D. ZARVA**, ALEXANDER D. BOTVINKIN

Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract

Aim. To substantiate the need for coordinating measures to prevent rabies in adjacent territories with similar conditions for the spread of this infection.

Materials and Methods. We retrospectively analyzed spatiotemporal trends in rabies spread during 1950–2020 by studying available statistics from nine Siberian territories (Altai Republic, Altai Region, Tyva Republic, Khakassia, Buryatia, Krasnoyarsk Region, Transbaikal Region, Irkutsk Region and Kemerovo Region). Mapping of rabies cases in humans ($n = 124$) and animals ($n = 1648$) was carried out using QGIS 3.16.3, ArcMap 10.8.1 and ArcScene 10.8.1 software and open electronic landscape maps Natural Earth and OpenStreetMap.

Results. We revealed two periods of intensive rabies spread in southern Siberia: 1) from 1950 to 1983; 2) from 2002 to the present time. However, human rabies was recorded only during the first period. In all studied territories, inter-epizootic periods lasted from 10 to > 40 years. Geographical analysis identified a mosaic localization pattern and a relative isolation of the affected areas. After 2002, there has been a connection between location of animal rabies cases with agricultural

lands and a consistent advance of epizootics from west to east and north-east in all territories, excepting Irkutsk Region. The identified regional features of the spatial distribution of rabies were due to a mountainous terrain and a connection of some forest-steppe areas with similar landscapes of neighboring countries.

Conclusions. Southern Siberia is characterized by long rabies-free periods and by the infection foci isolated from other areas as a result of periodic viral invasions from adjacent territories. These features determine the common approaches to the organization of preventive measures across the territories, suggesting their increased efficiency due to the numerous natural barriers and the possibility to concentrate the resources within the small areas. Our results indicate the feasibility of a regional approach to rabies control.

Keywords: rabies, prevention, regional approach, mapping, South Siberia.

Conflict of Interest

None declared.

Funding

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project 19-315-90004/19.

◀ English

For citation:

Ivan D. Zarva, Alexander D. Botvinkin. Prevention of rabies in Southern Siberia. *Fundamental and Clinical Medicine*. 2021; 6(2): 8–15. (In Russ.). <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2021-6-2-8-15>

****Corresponding author:**

Dr. Ivan D. Zarva, 1, Krasnogo Vosstaniya Street, Irkutsk, 664003, Russian Federation, e-mail: ivan_zarva@mail.ru

© Dr. Ivan D. Zarva et al.

Введение

Бешенство – одна из немногих инфекционных болезней, практически всегда заканчивающаяся смертельным исходом. В мире ежегодно умирают от этой болезни 50–60 тысяч человек, огромный ущерб наносится животноводству и охотничьему хозяйству. Из-за абсолютной летальности и глобального распространения бешенство входит в число экономически наиболее значимых зоонозов [1]. Всемирной организацией здравоохранения поставлена задача глобальной ликвидации к

2030 г. заболеваний людей бешенством после укусов собаками [2], и Российская Федерация (РФ) принимает участие в этой программе. В начале XXI века в РФ ежегодно регистрировалось от 2 до 22 заболеваний людей и тысячи случаев бешенства у животных; после контактов с подозрительными на бешенство животными вынуждены получать прививки около 300 тыс. человек [3]. Бешенство широко распространено среди диких животных, и для борьбы с ним используется вакцинация лисиц в сочетании с мероприятиями по

регулированию численности хищных млекопитающих. Таким образом, профилактика бешенства — это актуальная межведомственная проблема.

Площади энзоотичных по бешенству территорий в РФ огромны, и условия для распространения бешенства значительно различаются в разных регионах страны [4]. Мероприятия по борьбе с бешенством в РФ, как правило, планируются, финансируются и реализуются в рамках административного деления территории на основе комплексных планов. Однако распространение природно-очаговых инфекций не может соответствовать административно-территориальным единицам [5]. Поэтому более рациональным представляется региональный подход с учетом общности как природных, так и социально-экономических особенностей нескольких соседних территорий. В данной статье рассматриваются возможности такого подхода на примере Южной Сибири.

Южная Сибирь — это горный регион, протянувшийся широкой полосой (от 200 до 800 км) с запада на восток более чем на 3000 км: от Алтая и Салаирского кряжа до Забайкалья включительно. Южную границу региона проводят по государственной границе России [6]. Основные особенности Южной Сибири, имеющие отношение к профилактике бешенства: горный рельеф, протяженная граница со странами, эндемичными по бешенству (Монголия, Китай, Казахстан), значительная доля животноводства в структуре сельскохозяйственного производства и мозаичное расположение земель сельскохозяйственного назначения.

Цель исследования

Обоснование необходимости координации мероприятий по профилактике бешенства на сопредельных административных территориях со сходными условиями для распространения этой инфекции.

Материалы и методы

Проведено ретроспективное описательное эпидемиологическое исследование глубиной от 20 до 70 лет по материалам семи субъектов Российской Федерации (Республики Алтай, Тыва, Хакасия, Бурятия, Красноярский край, Забайкальский край и Иркутская область). Для анализа использовано 4142 случаев бешенства у животных и 115 случаев у людей, зарегистрированных на этой территории с 1950 по 2020 гг. Дополнительно при картографировании использованы

сведения о заболевании людей по сопредельным территориям — Кемеровской области и югу Алтайского края ($n=9$). Пространственно-временная динамика проявлений бешенства представлена в виде диаграмм. Картографирование распространения бешенства выполнено с помощью программ QGIS 3.16.3, ArcMap 10.8.1, ArcScene 10.8.1, открытых электронных ландшафтно-географических карт мира «Natural Earth», «Open street map», разработанных с использованием данных глобальной космической фотосъемки [6]. Контуры земель сельскохозяйственного назначения на территории России приведены по данным дистанционного зондирования Земли [7]. Картограммы с точками регистрации случаев заболевания людей бешенством составлены по географическим координатам места заражения. При картографировании бешенства у животных точки привязаны к месту обнаружения случая ($n=1648$). В качестве исходной информации преимущественно использованы обработанные данные, представленные в публикациях по отдельным административным территориям региона [9–16]. Перенос точек регистрации бешенства с ранее опубликованных карт производили путем привязки растров к электронным картам (тип трансформации — *Nearest-neighbor*). Для уточнения локализации случаев бешенства использовали также архивные и оперативные данные, полученные от специалистов санитарно-эпидемиологической службы. В результате синтеза этой информации подготовлены картограммы, характеризующие ситуацию в регионе в целом.

Результаты

Для всех административных территорий Южной Сибири характерны продолжительные перерывы в регистрации бешенства. За последние 70 лет в Южной Сибири наблюдалось два периода интенсивного распространения бешенства с многолетним промежутком между ними, в течение которого заболевания не регистрировались. С середины 1980-х годов и до начала текущего столетия sporadические случаи бешенства у животных отмечались только в Республике Тыва. В Красноярском крае бешенство животных в этот период регистрировалось только на Крайнем Севере. С 2002 по 2014 гг. бешенство «вернулось» во все субъекты РФ, кроме Иркутской области (**рисунок 1**).

В семи субъектах РФ Южной Сибири в 1950–1983 гг. зарегистрировано 115 случаев

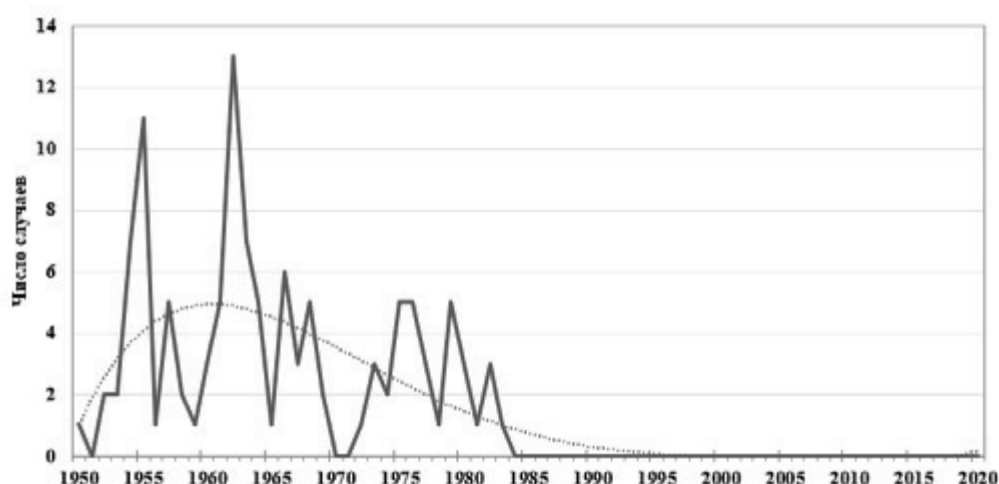


Рисунок 1.

Многолетняя динамика заболеваемости людей бешенством в Южной Сибири за 1950–2020 гг. (число случаев).

Figure 1.

Long-term trends of human rabies incidence in Southern Siberia during 1950–2020 (total number of cases).

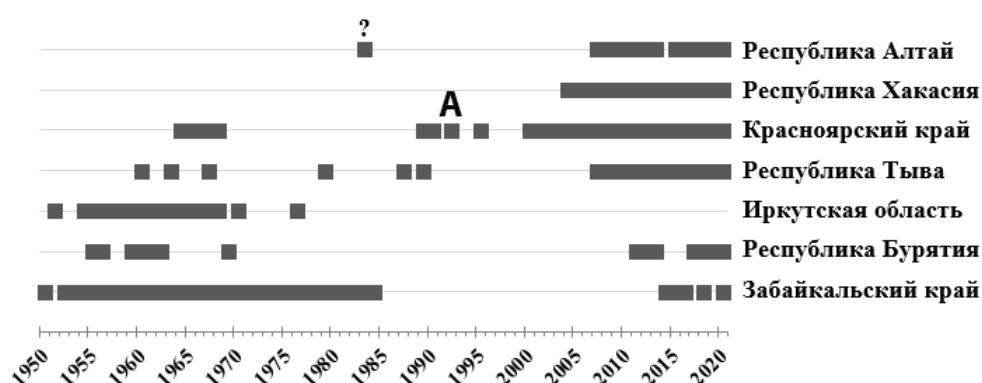


Рисунок 2.

Прерывистый характер многолетней динамики заболеваемости животных бешенством по административным территориям Южной Сибири за 1950–2020 гг. (? – лабораторно неподтвержденные данные; А – случаи только в зоне распространения арктического бешенства).

Figure 2.

The intermittent long-term trend of animal rabies in the regions of Southern Siberia during 1950–2020 (? – unverified data; A – cases of Arctic rabies).

смерти людей от бешенства, но после 2002 г. заболеваний людей не отмечено несмотря на ухудшение эпизоотической ситуации (рисунок 2). Собаки были основным источником заражения людей (более 90% всех случаев); изредка регистрировались заболевания после волчьих укусов. Единичные заболевания людей после контактов с лисицами отмечены только в Алтайском крае.

Картографический анализ заболеваний людей, свидетельствует, что в первый период в большей степени были поражены территории на востоке региона с концентрацией случаев в городах и районах интенсивного хозяйственного освоения. Бешенство регистрировалось не только в лесостепных районах, но и в таежной зоне (рисунок 3).

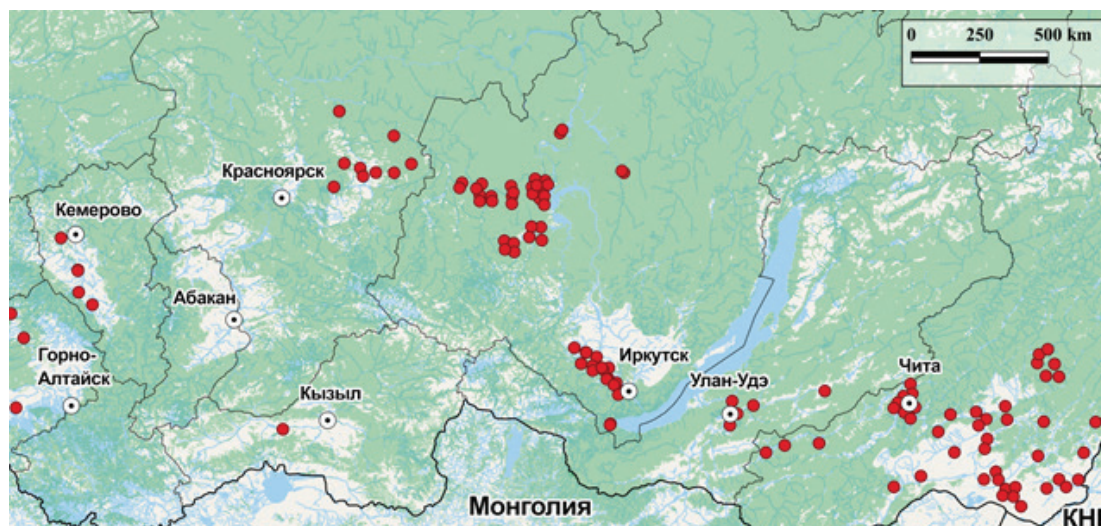


Рисунок 3.

Пространственное распространение случаев бешенства у людей в Южной Сибири в 1950–2020 гг. Случаи в Алтайском крае показаны частично.

Figure 3.

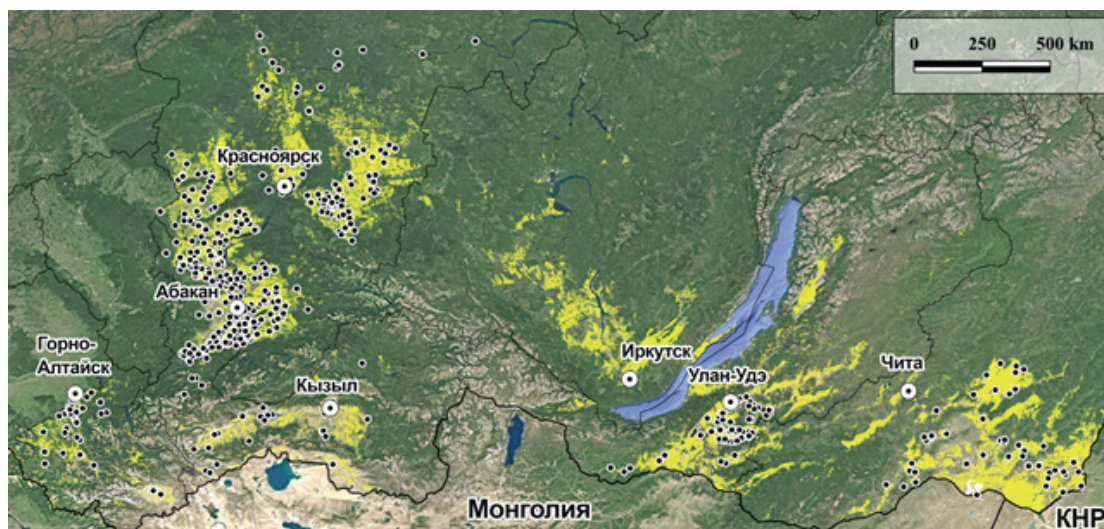
The spread of human rabies in Southern Siberia during 1950–2020. Cases in Altai Region are partially indicated.

Рисунок 4.

Пространственное распространение бешенства животных в Южной Сибири в 2000–2020 гг. Легенда: ландшафтная основа приведена по снимку из космоса, желтым выделены земли сельскохозяйственного назначения.

Figure 4.

The spread of animal rabies in Southern Siberia in 2000–2020. The landscape is shown according to the image from space, agricultural lands are highlighted in yellow.



Такое пространственное распределение характерно для эпизоотий городского типа. Данные для картографирования бешенства животных за этот период сохранились фрагментарно (только по Забайкалью) и в данной статье не представлены.

При картографировании на основе ГИС-технологий данных по заболеваемости животных с 2000 по 2020 гг. установлено, что эпизоотии бешенства приурочены к межгорным котловинам и землям сельскохозяйственного назначения (рисунок 4).

В современный период проявления бешенства в горных районах Южной Сибири ограничены небольшими по площади и относительно изолированными друг от друга участками территории. Картограмма наглядно демонстрирует барьерную роль горных хребтов и таежных массивов. В частности, значение этих естественных барьеров подтверждается отсутствием эпизоотий «лисьего» бешенства в лесостепных районах Иркутской области, которые не имеют прямой связи с другими аналогичными ландшафтами (рисунок 4). Долины крупных рек связывают межгорные котловины между собой и способствуют распространению бешенства на ранее свободные территории, в том числе в таежную зону. Расположение точек регистрации бешенства в долинах Енисея и Ангары севернее г. Красноярск особенно отчетливо демонстрирует эту особенность. Для уточнения деталей подготовлена серия картограмм с нанесением слов с различными элементами естественного и антропогенного ландшафта (гидрографическая сеть, покрытые лесом и безлесные территории, населенные пункты).

Обсуждение

В результате объединения многолетних данных, накопленных в отдельных субъектах РФ, выявлены две важные особенности, характерные для региона: 1) дискретность проявлений бешенства во времени; 2) мозаичность и относительная изолированность друг от друга неблагополучных по бешенству участков территории. Эти особенности существенно отличают горные районы Южной Сибири от европейской части Российской Федерации и Западной Сибири, где бешенство регистрируется ежегодно с середины прошлого века и природные очаги «лисьего» бешенства занимают обширные относительно ровные лесостепные пространства [3].

Анализ ранее опубликованных работ подтверждает региональные особенности эпидемиологии бешенства. Ухудшение ситуации по бешенству в горных районах Южной Сибири после продолжительного межэпизоотического периода связано с заносом нового варианта вируса и последующим распространением инфекции среди лисиц (*Vulpes vulpes*) на участках, благоприятных для ее обитания. Наиболее ранние вирусологические доказательства этого процесса получены в Республике Тыва (1987 г.) [9], на юге Красноярского края и Хакасии (2002–2003 гг.) [17], а затем в Республике Бурятия (2011 г.) и Забайкальском крае (2014 г.) [10,12]. После 2002 г. продвижение бешенства из соседних стационарно неблагополучных районов происходило последовательно с запада на восток и северо-восток [12,18]. Филогенетический анализ изолятов вируса из Южной Сибири свидетельствует об их принадлежности к одной генетической линии и значительном сходстве

с изолятами из Западной Сибири, Казахстана, Монголии и северных провинций Китая [18]. Показано также, что трансграничный занос вируса бешенства дикими животными играл ключевую роль в возобновлении эпизоотий в горных районах на юге Сибири [10,12,18]. С позиций зоогеографии и учения о природной очаговости болезней межгорные лесостепные котловины Южной Сибири рассматриваются как периферийные участки обширной очаговой территории, связанной с зональными степями центральной и северной Азии [11,12,18]. Пространственная неравномерность распространения природных очагов бешенства связана с более высокой численностью лисицы в лесостепных котловинах. В тайге и высокогорьях лисица встречается редко. В Южной Сибири численность поголовья и плотность населения лисицы существенно ниже, чем в лесостепи Западной Сибири и, тем более, в европейской части страны [13,14].

Нерегулярный характер проявлений бешенства на периферии энзоотичной территории и формирование очагов в относительно изолированных межгорных котловинах определяют принципиальную возможность обеспечить благополучие по бешенству обширной территории на юге Сибири. Имеется возможность концентрировать ресурсы на сравнительно небольших по площади участках и поэтапно решать задачи по оздоровлению пораженных территорий и предупреждению дальнейшего распространения бешенства. Принципиальное значение имеет согласованность действий соседних административных территорий.

Предлагается разработка скоординированной региональной программы борьбы с бешенством. Основная цель программы – поэтапное оздоровление территории внутри страны и предотвращение заноса и распространения вируса бешенства в приграничных районах на основе межгосударственных соглашений. В качестве основной тактики предлагается проведение барьерной оральной вакцинации в сочетании с сокращением численности лисицы и концентрацией усилий на участках наиболее вероятного распространения бешенства между отдельными лесостепными котловинами. Основным смыслом заключается в усилении степени изоляции и снижении численности восприимчивой части популяции лисицы на разобщенных участках

до критического предела, при котором циркуляция вируса бешенства прекращается. Кроме того, программа должна предусматривать согласованные мероприятия по усилению надзора за перевозками домашних животных, иммунопрофилактике заболеваний людей и оперативному информированию населения об изменении эпизоотической ситуации. Подобный подход успешно используется в восточной Европе, в том числе с участием Российской Федерации [19,20].

Заслуживают особого внимания многолетние изменения показателей заболеваемости населения в регионе. Одной из причин отсутствия заболеваний людей на фоне распространения эпизоотий «лисы» бешенства является смена генетического варианта возбудителя и, как следствие, уменьшение частоты контактов населения с бешеными животными в сравнении с периодом, когда основным источником инфекции были собаки [12]. В середине прошлого века эпизоотии, связанные с собаками, распространялись с востока на запад [21]. До настоящего времени отмечаются различия в заболеваемости людей бешенством в Западной Сибири и на юге Дальнего Востока, где распространены разные варианты вируса бешенства [22]. В Китае в непосредственной близости от границы циркулируют варианты вируса бешенства, способные эффективно распространяться среди собак [23]. Указанные обстоятельства подчеркивают актуальность мероприятий по санитарной охране территории в приграничных районах Южной Сибири.

Заключение

Для Южной Сибири характерны продолжительные периоды отсутствия заболеваемости бешенством. Формирование изолированных в пространстве очагов различной степени устойчивости происходит в результате периодических заносов вируса с сопредельных территорий. Эти особенности определяют общие для региона подходы к организации профилактических мероприятий и позволяют рассчитывать на более высокую эффективность борьбы с бешенством благодаря наличию естественных барьеров и возможности концентрировать ресурсы на небольших по площади участках. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности регионального подхода к борьбе с бешенством.

Литература :

- Hampson K, Coudeville L, Lembo T, Sambo M, Kieffer A, Attlan M, Barrat J, Blanton JD, Briggs DJ, Cleaveland S, Costa P, Freuling CM, Hiby E, Knopf L, Leanes F, Meslin FX, Metlin A, Miranda ME, Müller T, Nel LH, Recuenco S, Rupprecht CE, Schumacher C, Taylor L, Vigilato MA, Zinsstag J, Dushoff J; Global Alliance for Rabies Control Partners for Rabies Prevention. Estimating the global burden of endemic canine rabies. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015;9(4):e0003709. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003709>
- Minghui R, Stone M, Semedo MH, Nel L. New global strategic plan to eliminate dog-mediated rabies by 2030. *Lancet Glob Health*. 2018;6(8):e828-e829. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30302-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30302-4)
- Полещук Е.М., Сидоров Г.Н. Анализ особенностей эпизоотолого-эпидемической ситуации и риск заражения бешенством в Российской Федерации в начале XXI века. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020;(4):16-25. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-4-16-25>
- Shulpin MI, Nazarov NA, Chupin SA, Korennoy FI, Metlin AY, Mischenko AV. Rabies surveillance in the Russian Federation. *Rev Sci Tech*. 2018;37(2):483-495. <https://doi.org/10.20506/rst.37.2.2817>
- Коренберг Э.И., Литвин В.Ю. Природная очаговость болезней: к 70-летию теории. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*, 2010;1(50):5-9.
- Южной Сибири горы. Большая Российская энциклопедия. Москва: 2017;35. Ссылка активна на 15.05.2021. <https://bigenc.ru/geography/text/4931774>
- OpenStreetMap Data Extracts. Accessed May 15, 2021. <http://www.geofabrik.de/en/data/>
- Аналитический центр Минсельхоза Российской Федерации. Визуализация векторных контуров земель сельскохозяйственного назначения. Ссылка активна на 15.05.2021: <http://mcxas.ru/monitoring-zemel/kontura-poley>
- Полещук Е.М., Сидоров Г.Н., Сарыглар Л.К. Саая А.М., Монгуш А.О., Монгуш Р.М. Профилактика бешенства в условиях отгонно-пастбищного животноводства (на примере Республики Тыва): методические рекомендации. Омск: Полиграфический центр, 2016.
- Adelshin RV, Melnikova OV, Trushina YN, Botvinkin AD, Borisova TI, Andaev EI, Verzhutskiy DB, Khangazhinov AS, Balakhonov SV. A new outbreak of fox rabies at the Russian-Mongolian border. *Viral Sin*. 2015;30(4):313-315. <https://doi.org/10.1007/s12250-015-3609-0>
- Зарва И.Д., Ботвинкин А.Д., Горяев Д.В., Демчин П.М., Дмитриева Г.М., Зайкова Т.А., Луценко Г.В., Романова Т.Г., Русин М.В., Сорокина О.В., Сутурина Ю.Э., Шалгинова Е.Ю., Шматова Л.В. Анализ распространения бешенства в островных лесостепях Восточной Сибири на основе ГИС-технологий. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2019;4(2):48-57. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2019-4-2-48-57>
- Ботвинкин А.Д., Зарва И.Д., Якович Н.В., Адельшин Р.В., Мельникова О.В., Андаев Е.И., Шульпин М.И., Чупин С.А., Метлин А.Е., Балахонов С.В., Ханхарева С.С., Лапа С.Э., Истомина Т.Ф., Короткова И.А., Шобоева Р.С., Калугин Д.В., Бахлина Н.В., Зверева О.А., Степина В.С., Аблов А.М., Коплик М.Е., Школьников Е.Н., Щепин С.Г. Эпидемиологический анализ вспышек бешенства в Забайкалье после трансграничного заноса инфекции. *Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы*. 2019;9(3):15-24. <https://doi.org/10.18565/epidem.2019.9.3.15-24>
- Полещук Е.М., Сидоров Г.Н., Нашатырева Д.Н., Градобоева Е.А., Пакскина Н.Д., Попова И.В. *Бешенство в Российской Федерации*. Информационно-аналитический бюллетень. Омск: Издательский центр КАН; 2019.
- Мельцов И.В., Аблов А.М., Школьников Е.Н., Коплик М.Е., Минченко П.А., Десятова Т.В., Зарва И.Д., Ботвинкин А.Д., Метлин А.Е. Опыт мероприятий по предупреждению заноса и распространения бешенства на длительно благополучной территории (по материалам Иркутской области). *Ветеринария сегодня*. 2020;3(34):154-161. <https://doi.org/10.29326/2304-196x-2020-3-34-154-161>
- Зарва И.Д., Щучинова Л.Д., Чалчиков Ш.А., Ботвинкин А.Д. Особенности пространственного распространения бешенства в условиях горного рельефа Южной Сибири (Алтай). *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2021;20(2):18-27. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-2-18-27>
- Сарыглар Л.К. Распространение бешенства животных в Республике Тыва. *Вестник КРАСГАУ. Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2020;(2):93-97. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-2-93-97>
- Сидорова Д.Г., Сидоров Г.Н., Полещук Е.М., Колычев Н.М. Бешенство в Восточной Сибири в XX начале XXI веков. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2007;35(55):168-172.
- Yakovchits NV, Adelshin RV, Zarva ID, Chupin SA, Melnikova OV, Andaev EI, Shulpin MI, Metlin AE, Botvinkin AD. Fox rabies outbreaks in the republic of Buryatia: Connections with neighbouring areas of Russia, Mongolia and China. *Transbound Emerg Dis*. 2021;68(2):427-434. <https://doi.org/10.1111/tbed.13692>
- Müller FT, Freuling CM. Rabies control in Europe: an overview of past, current and future strategies. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*. 2018;37(2):409-419. <https://doi.org/10.20506/rst.37.2.2811>
- Лозовой Д.А., Метлин А.Е., Рахманов А.М., Чвала И.А. Результаты и перспективы совместных действий ветеринарных служб стран СНГ в области диагностики и контроля инфекционных болезней животных. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2019;(2):48-50. <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2019-12027>
- Odontsetseg N, Uuganbayar D, Tserendorj Sh, Adiyasuren Z. Animal and human rabies in Mongolia. *Rev Sci Tech*. 2009;28(3):995-1003. <https://doi.org/10.20506/rst.28.3.1942>
- Ботвинкин А. Д., Сидоров Г. Н., Полещук Е.М., Зарва И.Д., Нашатырева Д.Н., Якович Н.В., Андаев Е.И., Балахонов С.В., Рудаков Н.В. Ретроспективная оценка реализации долгосрочного прогноза пространственного распространения бешенства в азиатской части России. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020;(2):13-21. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-2-13-21>
- Tao XY, Guo ZY, Li H, Jiao WT, Shen XX, Zhu WY, Rayner S, Tang Q. Rabies Cases in the West of China Have Two Distinct Origins. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015 Oct 20;9(10):e0004140. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004140>

References:

- Hampson K, Coudeville L, Lembo T, Sambo M, Kieffer A, Attlan M, Barrat J, Blanton JD, Briggs DJ, Cleaveland S, Costa P, Freuling CM, Hiby E, Knopf L, Leanes F, Meslin FX, Metlin A, Miranda ME, Müller T, Nel LH, Recuenco S, Rupprecht CE, Schumacher C, Taylor L, Vigilato MA, Zinsstag J, Dushoff J; Global Alliance for Rabies Control Partners for Rabies Prevention. Estimating the global burden of endemic canine rabies. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015;9(4):e0003709. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003709>
- Minghui R, Stone M, Semedo MH, Nel L. New global strategic plan to eliminate dog-mediated rabies by 2030. *Lancet Glob Health*. 2018;6(8):e828-e829. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30302-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30302-4)
- Poleshchuk EM, Sidorov GN. Comparative Analysis of Features of Epizootiological and Epidemic Situation and Risk of Rabies Infection in the Russian Federation in Early XXI Century. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii*. 2020;4:16-25. (In Russ.). <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-4-16-25>
- Shulpin MI, Nazarov NA, Chupin SA, Korennoy FI, Metlin AY, Mischenko AV. Rabies surveillance in the Russian Federation. *Rev Sci Tech*. 2018;37(2):483-495. <https://doi.org/10.20506/rst.37.2.2817>
- Korenberg EI, Litvin VYu. Natural Focality of Diseases: to the 70th Anniversary of the Theory. *Epidemiology and vaccinal prevention*. 2010;1(50):5-9. (In Russ.).
- Yuzhnoy Sibiri gory. Bol'shaya rossiyskaya entsiklopediya. Moscow: 2017;35. (In Russ.). Available at: <https://bigenc.ru/geography/text/4931774>. Accessed: May 24, 2020.
- OpenStreetMap Data Extracts. Accessed May 15, 2021. <http://www.geofabrik.de/en/data/>

8. Analytical Center of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. *Visualization of vector outlines of agricultural lands*. Available at: <http://mcxas.ru/monitoring-zemel/kontura-poley>. Accessed: May 24, 2021.
9. Poleshchuk EM, Sidorov GN, Saryglar LK, Mongush AO, Mongush RM. *Profilaktika beshenstva v usloviyah otgonno-pastbishhnogo zhivotnovodstva* (na primere Respubliki Tyva). Omsk : Poligraficheskij centr; 2016 (In Russ.).
10. Adelshin RV, Melnikova OV, Trushina YN, Botvinkin AD, Borisova TI, Andaev EI, Verzhutsky DB, Khangazhinov AS, Balakhonov SV. A new outbreak of fox rabies at the Russian-Mongolian border. *Virol Sin*. 2015;30(4):313-315. <https://doi.org/10.1007/s12250-015-3609-0>
11. Zarva ID, Botvinkin AD, Goryaev DV, Demchin PM, Dmitrieva GM, Zaykova TA, Lutsenko GV, Romanova TG, Rusin MV, Sorokina OV, Suturina YE, Shalginova EY, Shmatova LV. Geographic information system analysis of rabies spread in island forest-steppe of East Siberia. *Fundamental'naya i klinicheskaya meditsina*. 2019;4(2):48-57. (In Russ.). <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2019-4-2-48-57>
12. Botvinkin AD, Zarva ID, Yakovchits NV, Adelshin RV, Melnikova OV, Andaev EI, Shulpin MI, Chupin SA, Metlin RE, Balakhonov SV, Khankhareev SS, Lapa SE, Istomina TF, Korotkova IA, Shoboeva RS, Kalugin DV, Bakhlina NV, Zvereva OA, Stepina VS, Ablov AM, Koplik ME, Shkolnikova EN, Shchepin SG. Epidemiological analysis of rabies outbreaks in the Trans-Baikal region after transboundary drift of infection. *Epidemiology and infectious diseases. current items*. 2019; 9(3):15-24. (In Russ.). <https://doi.org/10.18565/epidem.2019.9.3.15-24>
13. Poleshchuk EM, Sidorov GN, Nashatyreva DN, Gradoboeva EA, Pakskina ND, Popova IV. *Beshenstvo v Rossijskoj Federacii*. Informacionno-analiticheskij bjulleten'. Omsk: Izdatel'skij centr KAN; 2019. (In Russ.).
14. Meltsov IV, Ablov AM, Shkolnikova EN, Koplik ME, Minchenko PA, Desyatova TV, Zarva ID, Botvinkin AD, Metlin AY. Lessons learnt from measures taken to prevent rabies introduction and spread into a long rabies free territory (case study of the Irkutsk Oblast). *Veterinary Science Today*. 2020;3(34):154-161. (In Russ.). <https://doi.org/10.29326/2304-196x-2020-3-34-154-161>
15. Zarva ID, Shchuchinova LD, Chalchikov SA, Botvinkin AD. Features of the Spatial Spread of Rabies in the Conditions of Mountain RELIEFS of South Siberia (Republic of Altai). *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2021;20(2):18-27. (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-2-18-27>
16. Saryglar LK. Animal rabies spreading in the Republic of Tyva. *Bulletin of KSAU*. 2020;(2):93-97. (In Russ.). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-2-93-97>
17. Sidorova DG, Sidorov GN, Poleschuk EM, Kolychev NM. Rabies in East Siberia in XX – beginning XXI. *Bjulleten' vostochno-sibirskogo nauchnogo centra sibirskogo otdelenija rossijskoj akademii medicinskih nauk*. 2007;3S(55):168-172. (In Russ.).
18. Yakovchits NV, Adelshin RV, Zarva ID, Chupin SA, Melnikova OV, Andaev EI, Shulpin MI, Metlin AE, Botvinkin AD. Fox rabies outbreaks in the republic of Buryatia: Connections with neighbouring areas of Russia, Mongolia and China. *Transbound Emerg Dis*. 2021;68(2):427-434. <https://doi.org/10.1111/tbed.13692>
19. Müller FT, Freuling CM. Rabies control in Europe: an overview of past, current and future strategies. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*. 2018;37(2):409-419. <https://doi.org/10.20506/rst.37.2.2811>
20. Lozovoy DA, Metlin AE, Rakhmanov AM, Chvala IA. Results and prospects of joint actions taken by CIS veterinary services in animal infectious disease diagnostics and control. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal*. 2019;(2):48-50. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2019-12027>
21. Odontsetseg N, Uuganbayar D, Tserendorj Sh, Adiyasuren Z. Animal and human rabies in Mongolia. *Rev Sci Tech*. 2009;28(3):995-1003. <https://doi.org/10.20506/rst.28.3.1942>
22. Botvinkin AD, Sidorov GN, Poleschchuk EM, Zarva LD, Nashatyreva DN, Yakovchits NV, Andaev EI, Balakhonov SV, Rudakov NV. Retrospective evaluation of implementation of long-term Forecast on spatial spread of rabies in the Asian part of Russia. Problems of particularly dangerous infections. 2020;2:13-21. (In Russ.). <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-2-13-21>
23. Tao XY, Guo ZY, Li H, Jiao WT, Shen XX, Zhu WY, Rayner S, Tang Q. Rabies Cases in the West of China Have Two Distinct Origins. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015 Oct 20;9(10):e0004140. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004140>

Сведения об авторах

Зарва Иван Дмитриевич, ассистент кафедры эпидемиологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (664003, г. Иркутск, ул. Красного восстания, д. 1).

Вклад в статью: сбор данных, картографическая обработка данных, написание статьи.

ORCID: 0000-0002-4225-5998

Ботвинкин Александр Дмитриевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой эпидемиологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (664003, г. Иркутск, ул. Красного восстания, д. 1).

Вклад в статью: идея исследования, написание статьи.

ORCID: 0000-0002-0920-1330

Статья поступила: 17.05.2021г.

Принята в печать: 29.05.2021г.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

Authors

Dr. Ivan D. Zarva, MD, Assistant Professor, Department of Epidemiology, Irkutsk State Medical University (1, Krasnogo Vosstaniya Street, Irkutsk, 664003, Russian Federation)

Contribution: collected and processed the data; wrote the manuscript.

ORCID: 0000-0002-4225-5998

Prof. Aleksandr D. Botvinkin, MD, DSc, Professor, Head of Department of Epidemiology, Irkutsk State Medical University (1, Krasnogo Vosstaniya Street, Irkutsk, 664003, Russian Federation).

Contribution: conceived and designed the study; wrote the manuscript.

ORCID: 0000-0002-0920-1330

Received: 17.05.2021

Accepted: 29.05.2021

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.