

ЛЕКЦИИ LECTURES

УДК 616.98:578.833.28

<http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2026-18-2-7-20>

КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЛИХОРАДКИ ЗАПАДНОГО НИЛА

¹О. Н. Красноруцкая*, ^{2,3}В. В. Рассохин, ¹В. И. Шевцова, ¹А. А. Истин, ¹Н. А. Насонова, ¹Е. М. Зауденкова,
¹Д. С. Литвинова

¹Воронежский государственный университет имени Н. Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

²Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова,
Санкт-Петербург, Россия

³Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Пастера,
Санкт-Петербург, Россия

В лекции рассмотрены основные характеристики инфекционного заболевания, вызываемого вирусом лихорадки Западного Нила (ЛЗН), включая динамику его распространения, патогенез, клинические проявления и долгосрочные последствия для здоровья человека. Основное внимание уделено анализу взаимодействия вируса с различными системами организма, механизмов его проникновения в ткани и особенностей иммунного ответа на инфекцию. Подробно освещены молекулярные аспекты патогенеза, генетическая структура вируса, способствующая развитию клинически значимых поражений органов и систем, в первую очередь центральной нервной системы, а также методы диагностики, профилактики и лечения. Особое внимание уделяется характеристикам различных штаммов вируса, их эволюции и географическому распространению, что является предпосылкой для выявления тенденций развития инфекционного и эпидемического процесса, а также разработки стратегических подходов к предотвращению широкого распространения и минимизации последствий. Исследование механизмов воздействия вируса на нервную, зрительную и сердечно-сосудистую системы, а также выявление факторов, влияющих на развитие осложнений, являются ключевыми аспектами данной работы. Лекция предназначена для специалистов в области медицины, включая студентов, ординаторов, аспирантов медицинских учебных заведений и врачей различных медицинских специальностей.

Ключевые слова: лихорадка Западного Нила, нейротоксичность, кардиотоксичность, вирус, иммунный ответ

*Контакт: Красноруцкая Ольга Николаевна, e-mail: 89805520393onk@gmail.com

CLINICAL AND EPIDEMIOLOGICAL CHARACTERISTICS, ADVERSE CONSEQUENCES OF WEST NILE FEVER

¹O. N. Krasnorutskaya*, ^{2,3}V. V. Rassokhin, ¹V. I. Shevtsova, ¹A. A. Istina, ¹N. A. Nasonova, ¹E. M. Zaudenkova, ¹D. S. Litvinova

¹Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russia

²The first St. Petersburg State Medical University named after Academician I. P. Pavlov, St. Petersburg, Russia

³St. Petersburg Pasteur Research Institute of Epidemiology and Microbiology, St. Petersburg, Russia

This article will review the main characteristics of West Nile fever virus (WNV), including its spread, pathogenesis, clinical manifestations, and long-term effects on human health. The main focus will be on analyzing the interaction of the virus with various body systems, the mechanisms of its penetration into tissues, and the characteristics of the immune response to infection. The study covers the molecular aspects of pathogenesis, the genetic structure of the virus, the dynamics of its spread, as well as diagnostic, preventive and treatment methods. Particular importance is attached to the analysis of the characteristics of various virus strains, their evolution and geographical distribution. This will allow us to identify trends in the development of infection and develop strategic approaches to its prevention. The study of the mechanisms of the virus's effects on the nervous,

visual and cardiovascular systems, as well as the identification of factors influencing the development of complications, are key aspects of this work. The article is intended for specialists in the field of medicine, including students, residents, postgraduates of medical schools and doctors of various medical specialties.

Keywords: West Nile fever, neurotoxicity, cardiotoxicity, virus, immune response

*Contact: *Krasnorutskaya Olga Nikolaevna*, 89805520393onk@gmail.com

© Красноруцкая О.Н. и соавт., 2026 г.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Красноруцкая О.Н., Рассохин В.В., Шевцова В.И., Истин А.А., Насонова Н.А., Зауденкова Е.М., Литвинова Д.С. Клинико-эпидемиологическая характеристика, неблагоприятные последствия лихорадки Западного Нила // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. 2026. Т. 18, № 2. С. 7–20, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2026-18-2-7-20>.

Conflict of interest: the authors stated that there is no potential of interest.

For citation: Krasnorutskaya O.N., Rassokhin V.V., Shevtsova V.I., Istina A.A., Nasonova N.A., Zaudenkova E.M., Litvinova D.S. Clinical and epidemiological characteristics, adverse consequences of West Nile fever // *HIV Infection and Immunosuppressive Disorders*. 2026. Vol. 18, No. 2. P. 7–20, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2026-18-2-7-20>.

Введение. Лихорадка Западного Нила (ЛЗН) — инфекционное заболевание с трансмиссивным механизмом передачи, которое в последние десятилетия демонстрирует устойчивую тенденцию к расширению географического ареала и увеличению частоты тяжелых форм [1, 2]. Возбудитель — вирус Западного Нила (ВЗН) — обладает способностью поражать не только центральную и периферическую нервную систему, но и миокард, а также структуры глаза, что обуславливает актуальность всестороннего изучения его биологических свойств, патогенетических механизмов и отдаленных исходов инфекции [3–5]. Несмотря на многолетнюю историю изучения, многие вопросы, касающиеся молекулярных детерминант вирулентности, особенностей иммунного реагирования и долгосрочных последствий перенесенной инфекции, остаются предметом активных исследований [6, 7]. В последние годы опубликованы работы, уточняющие диагностические алгоритмы [8], расширяющие представления об иммунопатогенезе [9] и предлагающие новые подходы к реабилитации пациентов с кардиальными осложнениями [10].

Цель настоящей лекции: представить систематизированную характеристику вируса ЛЗН, его эпидемиологических особенностей, патогенетических механизмов, клинических проявлений, методов диагностики и терапии с акцентом на междисциплинарные аспекты ведения пациентов.

Этиология и генетическое разнообразие возбудителя. Возбудитель ЛЗН относится к семейству *Flaviviridae*, роду *Flavivirus*, который объединяет

значительное число арбовирусов, вызывающих заболевания человека (желтая лихорадка, денге, японский энцефалит, клещевой энцефалит и др.) [11, 12]. Вирион имеет сферическую форму, диаметр 40–60 нм, липидную оболочку, в которую встроены 180 копий гликопротеина Е, выполняющего ключевую функцию при связывании с клеточными рецепторами и слиянии с мембранами эндосом [11]. Геном представлен одноцепочечной РНК положительной полярности протяженностью около 11 000 нуклеотидов. В его структуре выделяют единственную открытую рамку считывания, кодирующую полипротеин, который посттрансляционно расщепляется на три структурных белка (капсидный С, премаембранный рМ, гликопротеин Е) и семь неструктурных белков (NS1, NS2A, NS2B, NS3, NS4A, NS4B, NS5) [11, 13]. Неструктурные белки участвуют в репликации вирусной РНК, сборке вирионов и модуляции клеточных процессов, включая подавление интерферонового ответа [13]. Важнейшей характеристикой ВЗН является его высокая генетическая изменчивость. Филогенетический анализ позволяет выделить девять основных линий (1–9). Линии 1 и 2 имеют наибольшее эпидемиологическое значение [14, 15].

Штаммы линии 1 длительное время доминировали в Северной Америке, Европе, Африке и на Ближнем Востоке. Линия 2 традиционно считалась африканской и менее патогенной, однако в последние десятилетия ее изоляты вызывают тяжелые вспышки в Европе и на юге России, что свидетельствует о нарастании вирулентности [14, 16].

Мутации, возникающие в гене E, а также в неструктурных белках NS3 и NS4B, способны изменять тропизм вируса, его устойчивость к интерферонам и эффективность репликации [17, 18]. Постоянный молекулярно-генетический мониторинг, включая высокопроизводительное секвенирование (NGS), позволяет отслеживать появление новых вариантов, определять пути заноса и прогнозировать эпидемические осложнения [15, 19]. На территории Российской Федерации циркулируют как представители линии 1, так и линии 2, причем последние все чаще выявляются в южных и центральных регионах [16, 20].

Основной путь передачи ЛЗН — трансмиссивный при укусе инфицированного комара. Описаны

века, являются тупиковыми хозяевами, так как уровень виремии у них недостаточен для обратной передачи комарам [23, 24]. Эпидемический процесс характеризуется выраженной сезонностью: пик заболеваемости приходится на летне-осенние месяцы, что совпадает с максимальной численностью переносчиков [25, 26]. За последние 20 лет ареал ВЗН существенно расширился в северном направлении, что связывают с глобальным потеплением, увеличением урбанизации, созданием искусственных водоемов и ростом международных перевозок [27, 28] (рис. 1).

В целом за многолетний период изучения этой арбовирусной лихорадки и с учетом данных, полученных в 2024 г., заболеваемость ЛЗН официально

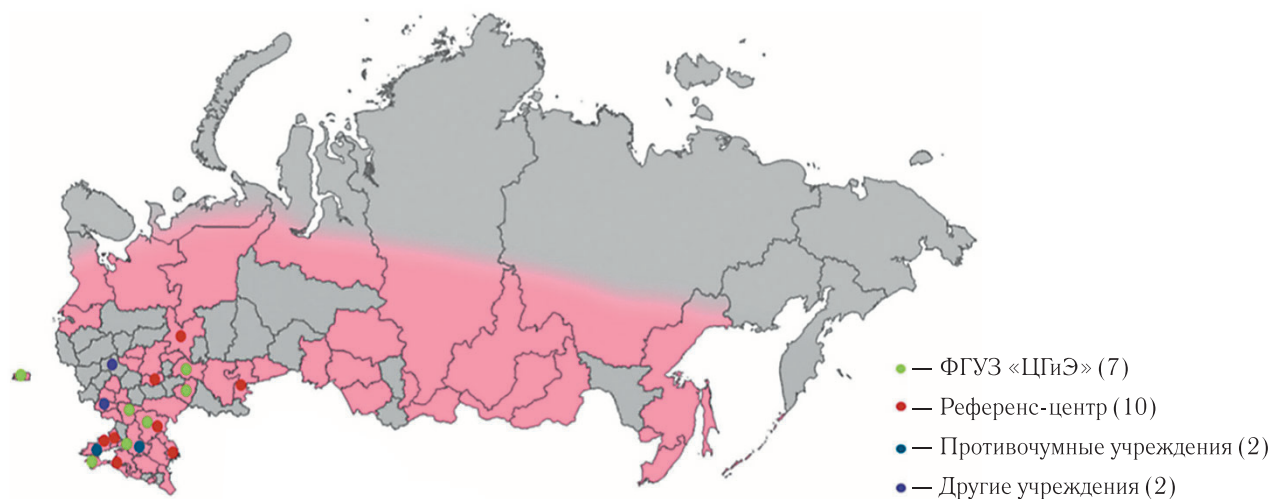


Рис. 1. Распространение лихорадки Западного Нила в РФ с установленной энзоотичностью территорий (1997–2024 гг.) и проявлениями эпизоотического процесса в 2024 г. [20]

Fig. 1. Spread of WNV in the Russian Federation with established enzootic territories (1997–2024) and manifestations of the enzootic process in 2024 [20]

редкие пути передачи: трансплацентарный (от матери к плоду во время беременности); при переливании крови (от инфицированного донора к реципиенту); при трансплантации органов (от инфицированного донора к реципиенту), а также лабораторное заражение (при работе с вирусом в лаборатории) и при грудном вскармливании [1].

Эпидемиологические особенности. ЛЗН является типичным зоонозом с природной очаговостью. Основными переносчиками служат комары рода *Culex* (*Cx. pipiens*, *Cx. modestus*, *Cx. quinquefasciatus* и др.), которые инфицируются при кровососании на вирусных птицах [21, 22]. Птицы отряда воробьинообразных, особенно врановые, выступают главными резервуарными хозяевами, обеспечивая длительную циркуляцию вируса в природе. Млекопитающие, включая чело-

зарегистрирована в 51 субъекте Российской Федерации. В настоящее время северная граница выявления местных случаев заболевания ЛЗН в европейской части России проходит по территории Костромской области, в азиатской части — ХМАО-Югра. Наиболее активные природные очаги зарегистрированы в Волгоградской, Астраханской, Ростовской, Воронежской областях, Краснодарском и Ставропольском краях. Единичные случаи выявляются и в более северных регионах, включая Московскую агломерацию [16, 20, 29].

В 2024 г. показатель заболеваемости ЛЗН (на 100 тыс. населения) в Российской Федерации составил 0,30 случая, что выше значения эпидемического сезона прошлого года в 2,1 раза (0,14), а среднеегодового (за период 2010–2023 гг.) — в 2,6 раза (0,11) (рис. 2).

Несмотря на увеличение числа зарегистрированных больных в 2024 г., экспертами сложившаяся ситуация не классифицируется как эпидемическая вспышка, поскольку совокупное количество выявленных случаев в 38 субъектах РФ оказалось сопоставимым с тем, которое наблюдалось в 2010 г. только в одном субъекте — в Волгоградской области (413 случаев).



Рис. 2. Количество случаев заболевания лихорадкой Западного Нила и летальных исходов в РФ, 1997–2024 гг. [20]

Fig. 2. Number of cases of WNV and fatal outcomes in the Russian Federation, 1997–2024

К 2024 г. превышение среднееголетнего показателя заболеваемости сохраняется только в Волгоградской (2,53/100 тыс., среднееголетний — 2,03/100 тыс.) и Ростовской (0,51/100 тыс., среднееголетний — 0,36/100 тыс.) областях, тем не менее наблюдения последних лет свидетельствуют о постепенном нарастании эпидемических угроз, связанных с ЛЗН.

К факторам повышенного риска инфицирования человека относят проживание вблизи водоемов,

занятия сельским хозяйством, охоту, рыболовство, а также пожилой возраст и иммуносупрессивные состояния [30, 31]. Сероэпидемиологические исследования показывают, что истинная заболеваемость значительно превышает число зарегистрированных случаев, поскольку большинство инфекций протекает субклинически или в легкой форме [32, 33]. Для прогнозирования эпидемической ситуации применяются комплексные модели, учитывающие климатические параметры (температуру, влажность, осадки), плотность популяции комаров и птиц, а также генетические характеристики циркулирующих штаммов [27, 34]. Эффективный эпидемиологический надзор включает молекулярно-генетическое типирование изолятов, серологический скрининг населения и анализ факторов окружающей среды [16, 35].

Патогенез и иммунный ответ. Патогенез ЛЗН складывается из последовательных этапов: инокуляция вируса со слюной комара, локальная репликация в коже и регионарных лимфатических узлах, виремия, диссеминация в паренхиматозные органы и, в части случаев, проникновение через гематоэнцефалический барьер (ГЭБ) в центральную нервную систему (ЦНС) [36, 37] (рис. 3).

После укуса вирус взаимодействует с рецепторами на поверхности дендритных клеток, кератиноцитов и макрофагов, проникая внутрь путем рецептор-опосредованного эндоцитоза. Внутри клетки происходит слияние вирусной оболочки с мембраной эндосомы, высвобождение РНК и синтез вирусных белков [11, 37]. Первичная репликация в месте внедрения обеспечивает накопление вирусных частиц, достаточное для выхода в кровоток. Виремия обычно длится 3–7 дней и совпадает с острым лихорадочным периодом [36]. Ключевым событием, определяющим тяжесть заболевания, является способность вируса преодолевать ГЭБ. ВЗН проникает в ЦНС несколькими путями: через инфицированные эндотелиальные клетки микрососудов, путем «троянского коня» (транспорт в лейкоцитах) и через аксональный транспорт по периферическим нервам [38, 39]. Внутри нейронов вирус активно реплицируется, вызывая их повреждение как прямым цитопатическим действием, так и опосредованно — через активацию микроглии и астроцитов с выделением провоспалительных цитокинов [38, 40].

Врожденный иммунитет представлен системой интерферонов (ИФН), которые индуцируются после распознавания вирусной РНК Toll-подобны-

ми рецепторами (TLR3, TLR7) и RIG-I-подобными хеликазами. ИФН-I (ИФН- α/β) активируют сотни интерферон-стимулируемых генов, блокирующих репликацию вируса [41, 42] (рис. 4).

со 2-й недели и сохраняются годами. Цитотоксические CD8+ Т-лимфоциты играют важную роль в элиминации инфицированных нейронов и ограничении распространения вируса в ЦНС [44,

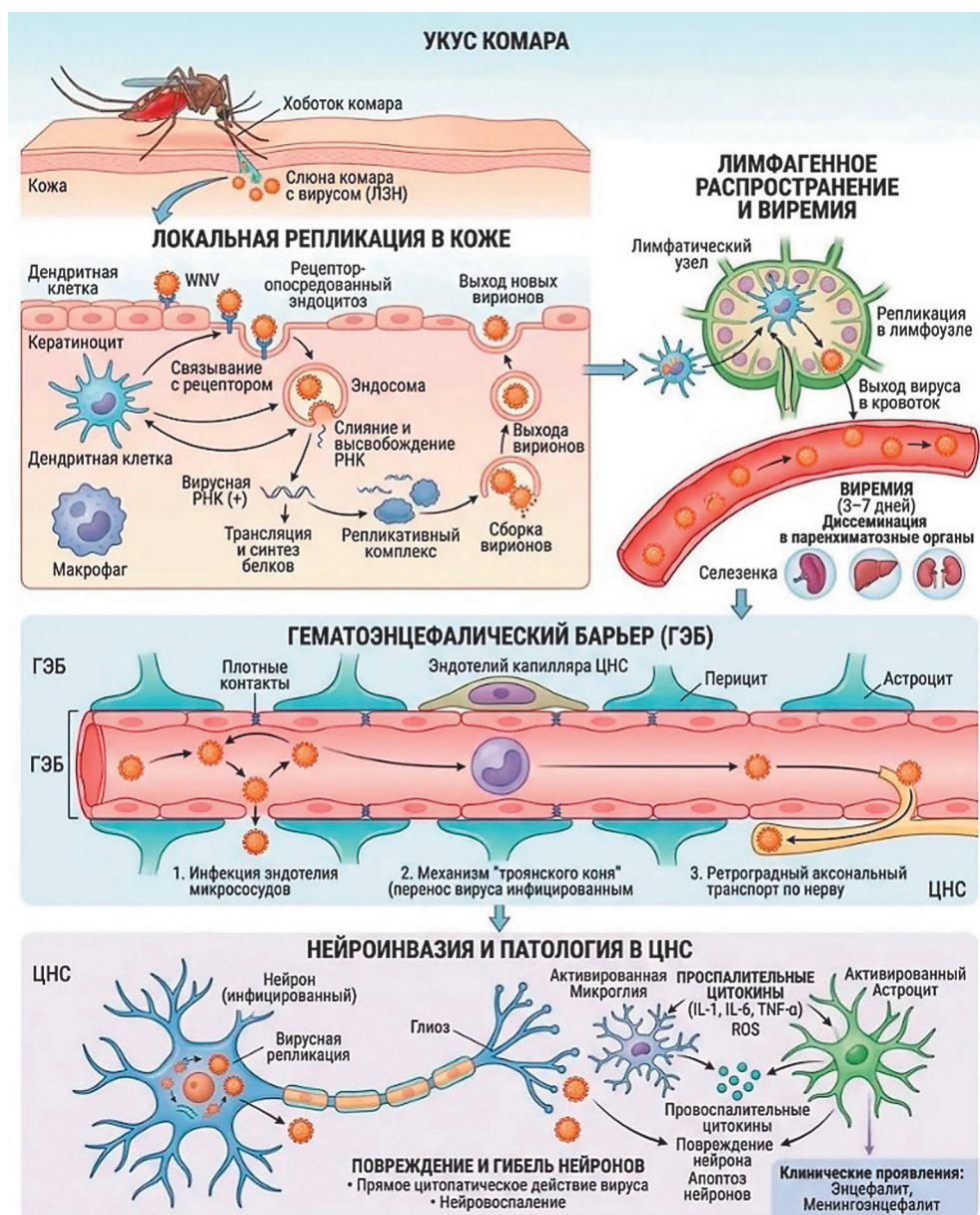


Рис. 3. Последовательные этапы патогенеза лихорадки Западного Нила

Fig. 3. Sequential stages of the pathogenesis of West Nile fever

Однако ВЗН выработал механизмы противодействия: неструктурные белки NS2A, NS4A и NS4B подавляют сигнальный путь JAK-STAT и продукцию ИФН, способствуя персистенции инфекции [43].

Адаптивный иммунитет включает гуморальные и клеточные компоненты. Нейтрализующие антитела, главным образом к домену III белка E, предотвращают связывание вируса с клетками и обеспечивают защиту при повторном инфицировании [44]. IgM появляются на 3–5-й день болезни, IgG —

45]. В работе [9] подробно проанализированы аспекты иммунного ответа при ВЗН-инфекции, включая динамику цитокинов, роль интерферонов и особенности формирования постинфекционной иммунологической памяти. Цитокиновый профиль при ЛЗН характеризуется повышением уровней IL-1 β , IL-6, IL-10, IL-17A, TNF- α , CXCL10 и других медиаторов [46]. Их дисбаланс коррелирует с тяжестью заболевания: чрезмерная продукция провоспалительных цитокинов способствует повреждению тканей, тогда

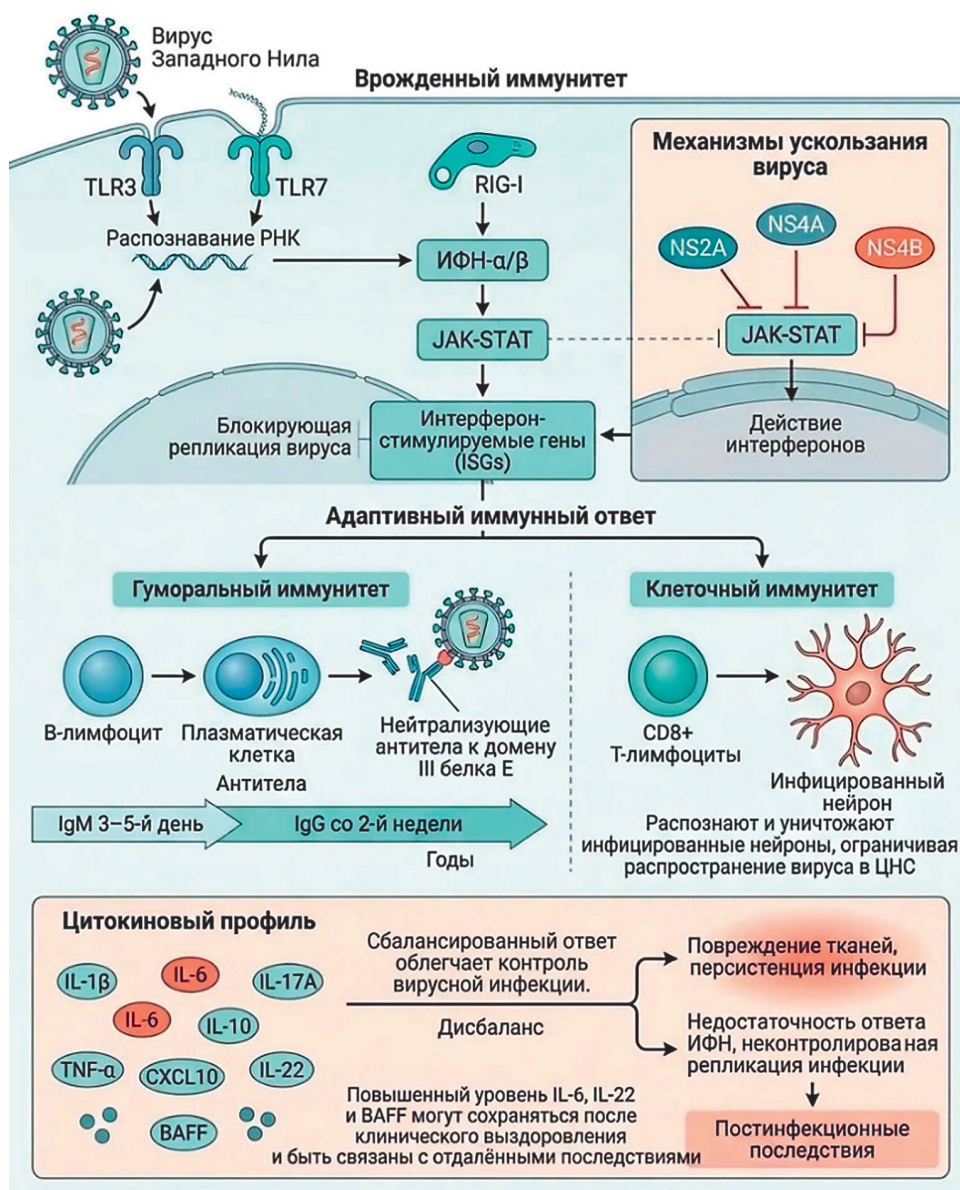


Рис. 4. Иммунный ответ при лихорадке Западного Нила

Fig. 4. Immune response to West Nile fever

как недостаточность ИФН-ответа ассоциирована с неконтролируемой репликацией вируса [46, 47]. Интересно, что повышенные уровни некоторых цитокинов (например, IL-6, IL-22, BAFF) могут сохраняться после клинического выздоровления, что, вероятно, лежит в основе отдаленных последствий инфекции [46, 48].

Клиническая картина. Инкубационный период составляет от 2 до 14 дней, в среднем 3–6 дней. Выделяют бессимптомную (субклиническую) форму (около 80% всех случаев), легкую лихорадочную форму и нейроинвазивную форму (менингит, энцефалит, менингоэнцефалит, острый вялый паралич) [2, 49]. Легкая форма манифестирует острым подъемом температуры до 38–39° С, озно-

бом, головной болью, миалгиями, артралгиями, слабостью. У части пациентов отмечаются тошнота, рвота, боли в животе, гиперемия кожных покровов, инъекция сосудов склер. Возможны лимфаденопатия, гепатоспленомегалия, кратковременная макулопапулезная сыпь [2, 50]. Лихорадка обычно держится 3–5 дней, после чего наступает выздоровление, однако астенизация может сохраняться несколько недель [49].

Нейроинвазивные формы развиваются у менее 1% инфицированных, но именно они определяют тяжесть и исходы. Факторами риска служат пожилой возраст (>50 лет), сахарный диабет, артериальная гипертензия, иммуносупрессия (включая посттрансплантационную, ВИЧ-инфекцию) [1–3,

30–37]. Менингит проявляется интенсивной головной болью, светобоязнью, ригидностью затылочных мышц, положительными менингеальными знаками. Энцефалит сопровождается изменением сознания (от сонливости до комы), судорогами, очаговой неврологической симптоматикой, нарушениями дыхания и гемодинамики [49, 52]. Острый вялый паралич, напоминающий полиомиелит, возникает вследствие поражения передних рогов спинного мозга и часто требует респираторной поддержки. Летальность при нейроинвазивных формах колеблется от 4 до 15%, достигая 30% у пациентов старше 70 лет. Среди выживших часто сохраняются стойкие неврологические дефициты (парезы, когнитивные нарушения, депрессия), что существенно снижает качество жизни [5, 48].

Лабораторная и инструментальная диагностика. Диагностический поиск базируется на сочетании эпидемиологических данных, клинической картины и результатов лабораторных исследований.

Обобщенные результаты эпидемиологического надзора за ЛЗН в РФ к настоящему времени свидетельствуют о том, что выявление и лабораторное обследование лиц, подозрительных на заболевание ЛЗН (пациенты с сезонными лихорадками неясной этиологии, менингитами, менингоэнцефалитами и другими симптомами), организовано на 62 административных территориях РФ. Суммарно на наличие РНК ВЗН и/или маркеров иммунного ответа к возбудителю ЛЗН на территории России в 2024 г. обследовано 5103 пациента, что в 1,6 раза превысило среднееголетний уровень (2010–2023 гг. — 3210 пациентов) (рис. 5).

В остром периоде методом выбора является обнаружение РНК вируса методом полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) в сыворотке крови, ликворе или моче [4]. Чувствительность ПЦР наиболее высока в первые 5–7 дней болезни; в более поздние сроки предпочтение отдают серологическим методам [5].

Серологическая диагностика основана на выявлении специфических антител с помощью иммуноферментного анализа (ИФА). Обнаружение IgM в сыворотке или ликворе свидетельствует об острой или недавней инфекции. При этом возможны перекрестные реакции с другими флавивирусами (клещевой энцефалит, денге), поэтому положительные результаты должны подтверждаться реакцией нейтрализации или вестерн-блоттингом [4, 5]. В работе [8] представлен анализ диагностических возможностей при ЛЗН, включая сравнительную оценку

молекулярных и серологических методов, а также предложены оптимальные алгоритмы лабораторного обследования пациентов в зависимости от сроков заболевания. Авторы подчеркивают важность комплексного подхода, сочетающего ПЦР-диагностику в ранние сроки и серологическое подтверждение в периоде реконвалесценции [8].

Визуализационные методы, прежде всего магнитно-резонансная томография (МРТ) головного

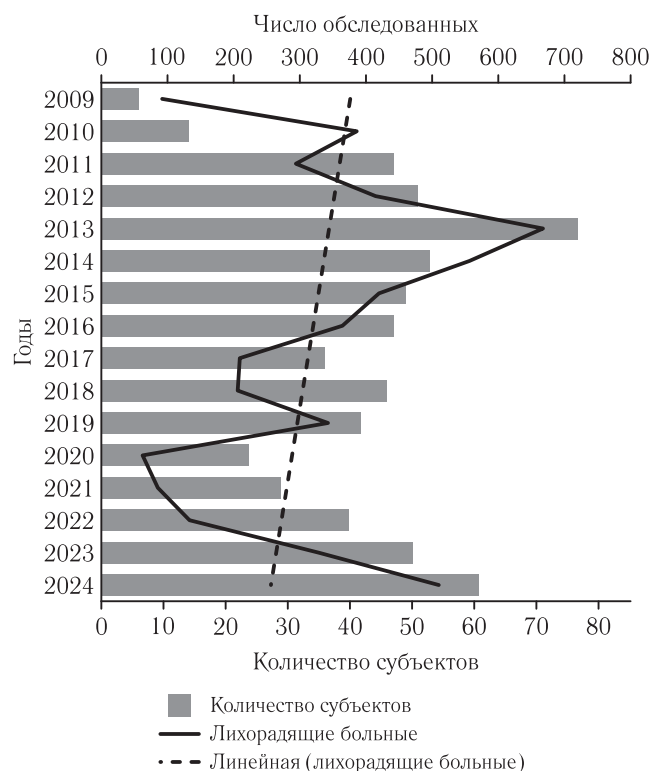


Рис. 5. Количество пациентов, обследованных на маркеры лихорадки Западного Нила, в РФ, 2009–2024 гг. [20]

Fig. 5. Number of patients examined for WNV markers in the Russian Federation, 2009–2024 [20]

и спинного мозга, выявляют очаги поражения при нейроинвазивных формах. Наиболее типичны зоны повышенного сигнала в T2-режиме в области таламуса, базальных ганглиев, ствола мозга и передних рогов спинного мозга [16, 27]. В разгар заболевания в ликворе обнаруживается лимфоцитарный или смешанный плеоцитоз (обычно до 100–500 клеток/мкл), умеренное повышение белка, нормальный уровень глюкозы [2]. В последние годы активно разрабатываются методы быстрой диагностики на основе изотермической амплификации (LAMP), иммунохроматографии, а также мультиплексные панели для одновременного выявления нескольких арбовирусов [14, 38]. Секвенирование следующего поколения (NGS) позволяет не только идентифицировать вирус, но и проводить детальный

филогенетический анализ, выявлять маркеры патогенности и отслеживать эволюцию штаммов [15, 19].

Нейротоксичность и поражение центральной нервной системы. Нейротропизм ВЗН является следствием сложного взаимодействия вирусных белков с клеточными факторами хозяина. После проникновения в нейроны вирус подавляет экспрессию генов, связанных с апоптозом, и активирует провоспалительные сигнальные пути [38, 40]. Гибель нейронов происходит как путем некроза, так и через пироптоз — воспалительную форму программируемой клеточной смерти, опосредованную активацией каспазы-1 и высвобождением IL-1 β [47]. Важную роль в повреждении нервной ткани играет реакция микроглии и астроцитов. Активированные микроглиальные клетки продуцируют оксид азота, активные формы кислорода и цитокины (TNF- α , IL-6), которые усиливают эксайтотоксичность и повреждают миелин [38, 40]. Длительная активация глии может приводить к хроническим нейровоспалительным изменениям, что объясняет затяжные когнитивные и психические нарушения у реконвалесцентов [38, 49]. Помимо прямого поражения ЦНС, у части пациентов развивается периферическая нейропатия, ганглионит, а также вовлечение вегетативной нервной системы, что проявляется лабильностью артериального давления, нарушениями сердечного ритма, гипергидрозом [12, 13].

Современные подходы к терапии нейроинвазивных форм включают противовирусные препараты (рибавирин, интерфероны) с ограниченной доказательной базой, иммуноглобулины для внутривенного введения, а также симптоматическое лечение (противоотечная, антиконвульсантная, респираторная поддержка) [28, 30]. Большое значение имеют нейротропные стратегии, направленные на модуляцию воспаления и восстановление нейрональных функций, однако их эффективность требует дальнейшего изучения [40, 50].

Поражение зрительной системы при ЛЗН может проявляться в виде увеита, ретинита, хорио-ретинита, оптического неврита, а также более редких форм (кератит, парез аккомодации) [1, 51]. Патогенетически это связано как с прямой инвазией вируса в ткани глаза (ВЗН обнаруживали в стекловидном теле и сетчатке), так и с иммуноопосредованными механизмами [22]. Клинически пациенты жалуются на снижение остроты зрения, появление «мушек», фотопсии, иногда боль в глазу. При офтальмоскопии выявляют множественные желто-белые очажки в сетчатке, преимущественно в маку-

лярной области и по периферии, а также отек диска зрительного нерва [4, 21]. Поражение может быть односторонним или двусторонним. В остром периоде процесс нередко сопровождается витреитом. Для диагностики применяют оптическую когерентную томографию (ОКТ), флюоресцентную ангиографию, электроретинографию. На ОКТ определяются гиперрефлективные очаги в наружных слоях сетчатки, нарушение целостности эллипсоидной зоны, что указывает на повреждение фоторецепторов [22]. Прогноз для зрения зависит от локализации и распространенности воспалительных изменений. При своевременном назначении системных и местных глюкокортикостероидов возможно частичное восстановление зрительных функций, однако у части пациентов сохраняются стойкие скотомы, снижение контрастной чувствительности и даже необратимая потеря зрения [4, 22].

Кардиотоксичность и реабилитационные подходы. Сердечно-сосудистая система также может вовлекаться в патологический процесс при ЛЗН. Описаны случаи миокардита, перикардита, нарушения проводимости и фибрилляции предсердий [46, 53]. Патогенез кардиальных осложнений включает прямое цитопатическое действие вируса на кардиомиоциты (доказано наличие вирусной РНК в миокарде) и системное воспаление с высокими уровнями IL-6, TNF- α , которые снижают сократимость миокарда и способствуют развитию сердечной недостаточности [36, 53].

Клинически кардиотоксичность может проявляться болями в грудной клетке, сердцебиением, одышкой, снижением толерантности к физической нагрузке. Электрокардиография выявляет неспецифические изменения ST-T, тахикардию, экстрасистолию; эхокардиография — снижение фракции выброса, зоны гипокинеза. Ведение пациентов с кардиальными осложнениями требует комплексного подхода: противовоспалительная терапия, коррекция сердечной недостаточности, антиаритмические средства. Длительное наблюдение необходимо в связи с риском формирования дилатационной кардиомиопатии и хронической сердечной недостаточности [46, 54] (таблица).

В дополнение к указанным в таблице клиническим проявлениям, при ЛЗН выявляются характерные изменения лабораторных показателей, отражающие патогенез:

— повышение провоспалительных цитокинов: IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α , CXCL10 (коррелирует с тяжестью заболевания) [46, 47];

Т а б л и ц а
Т a b l e
Основные клинически значимые проявления и осложнения лихорадки Западного Нила (ЛЗН)

Main clinically significant manifestations and complications of West Nile fever (WNF)			
Система / синдром	Основные клинические формы / проявления	Ключевые методы диагностики	Исходы и осложнения, в том числе отдаленные
Поражение нервной системы (нейроинвазивные формы — менее 1 % инфицированных)	Менингит: интенсивные головные боли, светобоязнь (фотофобия), ригидность затылочных мышц, положительные менингеальные синдромы (Кернига, Брудзинского) [2, 49]. Энцефалит / менингоэнцефалит: нарушение сознания (от сонливости до комы), судороги, очаговая неврологическая симптоматика [2, 38, 49]. Острый вялый паралич (полиомиелитоподобный синдром): поражение передних рогов спинного мозга, часто требует респираторной поддержки [38, 49]. Периферическая нейропатия и вегетативная дисфункция: лабильность артериального давления (АД), нарушения сердечного ритма, гипергидроз [12, 13].	МРТ (магнитно-резонансная томография) в режиме T2-ВИ: очаги повышенного сигнала в таламусе, базальных ганглиях, стволе мозга, передних рогах спинного мозга [16, 27]. Исследование спинномозговой жидкости (СМЖ): лимфоцитарный или смешанный плеоцитоз (обычно 100–500 клеток/мкл), умеренное повышение белка, нормальный уровень глюкозы [2]. ОТ-ПЦР: выявление РНК вируса в сыворотке крови, СМЖ или моче (наиболее чувствительна в первые 5–7 дней болезни) [4, 5]. ИФА: обнаружение специфических IgM в сыворотке или СМЖ — маркер острой/недавней инфекции [4, 8].	Стойкий неврологический дефицит: парезы, когнитивные нарушения, депрессия [5, 48]. Хроническое нейровоспаление (длительная активация микроглии и астроцитов) [38, 40]. Летальность при нейроинвазивных формах: 4–15%, достигая 30% у пациентов старше 70 лет [2, 49]
Поражение глаз	Увеит, ретинит, хориоретинит [4, 22]. Оптический неврит, кератит, парез аккомодации [1, 51].	Офтальмоскопия: множественные желто-белые очажки в сетчатке (преимущественно в макулярной области и по периферии), отек диска зрительного нерва, возмужен витреит [4, 22]. ОКТ (оптическая когерентная томография): гиперрефлективные очаги в наружных слоях сетчатки, нарушение целостности эллипсоидной зоны (повреждение фоторецепторов) [22]. ФАГ (флюоресцентная ангиография) и электроретинография (оценка функции сетчатки) [22]. Частичное восстановление зрительных функций на фоне системных и местных глюкокортикостероидов [22].	Стойкие скотомы, снижение контрастной чувствительности [4, 22]. Возможна необратимая потеря зрения при распространённом поражении [4]
Поражение сердечно-сосудистой системы	Миокардит, перикардит [46, 53]. Нарушения проводимости (блокады), фибрилляция предсердий (мерцательная аритмия) [53]	ЭКГ: неспецифические изменения сегмента ST и зубца Т, тахикардия, экстрасистолия [53]. Эхо-КГ: снижение фракции выброса левого желудочка, зоны гипокинеза (участки сниженной сократимости) [53]. Обнаружение РНК вируса в биоптатах миокарда (в экспериментальных/клинических исследованиях) [53]	Риск развития дилатационной кардиомиопатии и хронической сердечной недостаточности [46, 54]. Требуется длительное наблюдение кардиолога [54]. Возможно развитие жизнеугрожающих аритмий [53]
Неосложненные формы (около 80%)	Острая лихорадка (38–39° С, в течение 3–5 дней) [2, 49]. Головная боль, миалгии, артралгии (боли в суставах), выраженная слабость [2, 50]. Возможны: тошнота, рвота, боли в животе, лимфаденопатия (увеличение лимфоузлов), гепатоспленомегалия, кратковременная макулопапулезная сыпь [2, 49]	ОТ-ПЦР (в ранние сроки — первые 5–7 дней) [4]. ИФА (определение IgM и IgG — иммуноглобулинов класса G) [4, 8]	Выздоравливание обычно полное [2, 49]. Постинфекционная астения может сохраняться несколько недель [49]

— подавление интерферонового ответа (сигнальный путь JAK-STAT) неструктурными белками вируса NS2A, NS4A, NS4B [43];

— персистирующие повышения некоторых цитокинов (IL-6, IL-22, BAFF — В-клеточный активирующий фактор) после клинического выздоровления, что может быть основой отдаленных последствий [46, 48].

Лечение и профилактика. Специфическая этиотропная терапия ЛЗН находится в стадии разработки. В клинической практике применялись рибавирин, интерферон- α , высокотитражные иммуноглобулины, однако ни один из препаратов не показал убедительной эффективности в рандомизированных исследованиях [28, 30]. В связи с этим основу лечения составляют патогенетическая и симптоматическая терапия: регидратация, жаропонижающие, противосудорожные, респираторная поддержка при нейроинвазивных формах, контроль внутричерепной гипертензии [2, 40]. В последние годы активно изучаются перспективы применения моноклональных антител, ингибиторов вирусной протеазы, средств, блокирующих взаимодействие вируса с клеточными рецепторами, а также иммуномодуляторов, усиливающих интерфероновый ответ. Вакцинопрофилактика для людей в настоящее время не зарегистрирована, хотя существует несколько инактивированных и рекомбинантных вакцин для лошадей [28]. Неспецифическая профилактика направлена на радиотоксичность контакта с комарами: использование репеллентов, противомоскитных сеток, осушение мест выплода перенос-

чиков, проведение ларвицидных обработок. Важную роль играет эпидемиологический надзор, информирование населения о факторах риска и раннее выявление случаев заболевания [16, 35].

Заключение. Лихорадка Западного Нила остается актуальной инфекционной проблемой, чему способствуют расширение ареала возбудителя, изменение климата и высокая частота тяжелых осложнений. Генетическая пластичность вируса, его способность поражать нервную, сердечно-сосудистую и зрительную системы, а также формировать длительные постинфекционные последствия требуют глубокого междисциплинарного подхода к диагностике, лечению и реабилитации пациентов. Современные исследования позволили уточнить диагностические алгоритмы [8], детализировать механизмы иммунного ответа [9] и разработать модели реабилитации для пациентов с кардиоваскулярными осложнениями [10]. Внедрение в клиническую практику федеральных клинических рекомендаций [1] способствует стандартизации подходов к ведению больных. Несмотря на определенные успехи в понимании патогенеза и иммунного ответа, многие вопросы (эффективные противовирусные препараты, универсальная вакцина, ранние маркеры тяжелого течения) остаются открытыми. Дальнейшие исследования, включая молекулярно-генетическое типирование штаммов, изучение биомаркеров и разработку новых терапевтических стратегий, позволят улучшить прогноз и снизить бремя этой инфекции в глобальном масштабе.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Лихорадка Западного Нила. М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2025. 58 с. EDN KCTBHS. [West Nile fever. Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation, 2025. 58 p. (In Russ.)].
2. Юшук Н.Д., Венгеров Ю.А., Аликеева Г.К. Инфекционные болезни. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. [Yushchuk N.D., Vengerov Yu.A., Alikeeva G.K. Infectious diseases. 2nd ed. Moscow: GEOTAR-Media, 2011 (In Russ.)].
3. Казанцев А.Ю., Загидуллина К.Л., Ахмадиева Л.А. и др. Лихорадка Западного Нила с развитием острой кохлеовестибулярной патологии // *Нервные болезни*. 2025. № 1. С. 117–122. [Kazantsev A.Yu., Zagidullina K.L., Akhmadieva L.A. et al. West Nile fever with the development of acute cochleovestibular pathology. *Nervous Diseases*, 2025, No. 1, pp. 117–122 (In Russ.)]. doi: 10.24412/2226-0757-2025-13246.
4. Катаев П.В., Тимченко Л.В., Зотов С.В., Торгашова А.Н., Сичинава Д.К. Клинический случай в неврологической практике // *Инновационная медицина Кубани*. 2021. Т. 4, № 24. С. 63–66. [Kataev P.V., Timchenko L.V., Zotov S.V., Torgashova A.N., Sichinava D.K. A clinical case in neurological practice. *Innovative Medicine of Kuban*, 2021, Vol. 4, No. 24, pp. 63–66 (In Russ.)].
5. Кокорева С.П., Разуваев О.А., Котлова В.Б. и др. Лихорадка Западного Нила в Воронежской области в 2023 году // *Лечение и профилактика*. 2024. Т. 14, № 4. С. 62–65. EDN TCAPGS. [Kokoreva S.P., Razuvaev O.A., Kotlova V.B. et al. West Nile fever in the Voronezh region in 2023. *Treatment and Prevention*, 2024, Vol. 14, No. 4, pp. 62–65 (In Russ.)].
6. Красавцев Е.Л., Разуванова И.А., Терешкова М.Э. Первый случай диагностики лихорадки Западного Нила в Гомельской области // *Проблемы здоровья и экологии*. 2020. Т. 1, № 63. С. 104–108. [Krasavtsev E.L., Razuvanova I.A., Tereshkova M.E. The first case of diagnosis of West Nile fever in the Gomel region. *Health Problems and Ecology*, 2020, Vol. 1, No. 63, pp. 104–108 (In Russ.)].

7. Молчанова Е.В., Мачнева А.Ю., Герасимова А.Д. и др. Предикторы формирования и функционирования природных очагов арбовирусных инфекций на территории Волгоградской области. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2022. Т. 19, № 3. С. 20–28. [Molchanova E.V., Machneva A.Yu., Gerasimova A.D. et al. Predictors of the formation and functioning of natural foci of arbovirus infections in the Volgograd region. *Bulletin of the Volgograd State Medical University*, 2022, Vol. 19, No. 3, pp. 20–28 (In Russ.)].
8. Истин А.А., Красноруцкая О.Н., Шевцова В.И. и др. Диагностические возможности определения лихорадки Западного Нила. *Лечащий врач*. 2025. Т. 28, № 11. С. 63–68. [Istin A.A., Krasnorutskaya O.N., Shevtsova V.I., et al. Diagnostic possibilities for West Nile fever detection. *Attending Doctor*, 2025, Vol. 28, No. 11, pp. 63–68 (In Russ.)]. doi: 10.51793/OS.2025.28.11.008. EDN EHWNKQ.
9. Истин А.А., Красноруцкая О.Н., Безлепки А.С. и др. Аспекты иммунного ответа при инфекции, вызванной вирусом Западного Нила // *Медицинский алфавит*. 2025. № 16. С. 64–67. EDN LFMVLW. [Istin A.A., Krasnorutskaya O.N., Bezlepkina A.S. et al. Aspects of the immune response to infection caused by the West Nile virus. *Medical Alphabet*, 2025, No. 16, pp. 64–67 (In Russ.)]. doi: 10.33667/2078-5631-2025-16-64-67.
10. Истин А.А., Красноруцкая О.Н., Шевцова В.И., Шевцов А.Н. Моделирование программы реабилитации пациентов с лихорадкой Западного Нила, имеющих осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы, в аспекте коррекции функции эндотелия // *Вестник Башкирского государственного медицинского университета*. 2025. № 5. С. 6–14. EDN PQFLSX. [Istin A.A., Krasnorutskaya O.N., Shevtsova V.I., Shevtsov A.N. Modeling of a rehabilitation program for patients with West Nile fever with cardiovascular complications in the aspect of endothelial function correction. *Bulletin of the Bashkir State Medical University*, 2025 No. 5, pp. 6–14 (In Russ.)].
11. Lindenbach B.D., Rice C.M. Flaviviridae: the viruses and their replication // Krieger D.P., Howley P.M., eds. *Fields Virology*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007. P. 1101–1152.
12. Gould E.A., Solomon T. Pathogenic flaviviruses // *Lancet*. 2008. Vol. 371, No. 9611. P. 500–509.
13. Fiacre L., Pages N., Albina E. et al. Molecular determinants of West Nile virus virulence and pathogenesis in vertebrate and invertebrate hosts // *Int. J. Mol. Sci.* 2020. Vol. 21, No. 23. P. 9117.
14. Субботина Е.Л., Локтев В.Б. Молекулярная эволюция вируса Западного Нила // *Молекулярная генетика, микробиология и вирусология*. 2014. № 1. С. 31–37. [Subbotina E.L., Loktev V.B. Molecular evolution of West Nile virus. *Molecular Genetics, Microbiology and Virology*, 2014, No. 1, pp. 31–37 (In Russ.)].
15. Никитин Д.Н., Удовиченко С.К., Путинцева Е.В., Топорков А.В. Лихорадка Западного Нила: проявления эпидемического процесса в мире // *Инфекционные болезни: Новости. Мнения. Обучение*. 2024. Т. 4, № 51. С. 94–101. [Nikitin D.N., Udovichenko S.K., Putintseva E.V., Toporkov A.V. West Nile fever: manifestations of the epidemic process in the world. *Infectious Diseases: News, Opinions, Training*, 2024, Vol. 4, No. 51, pp. 94–101 (In Russ.)]. doi: 10.33029/2305-3496-2024-13-4-94-101.
16. Топорков А.В., Путинцева Е.В., Удовиченко С.К. и др. Изучение особенностей циркуляции и свойств вируса Западного Нила в России в 2022 году // *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2024. № 1. С. 114–126. [Toporkov A.V., Putintseva E.V., Udovichenko S.K. et al. Study of the circulation patterns and properties of the West Nile virus in Russia in 2022. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*, 2024, No. 1, pp. 114–126 (In Russ.)]. doi: 10.36233/0372-9311-432.
17. Жуков К.В., Топорков А.В., Викторов Д.В. Эпидемиологические аспекты и современная эволюция глобально распространяющихся арбовирусов // *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2018. № 6. С. 94–102. [Zhukov K.V., Toporkov A.V., Viktorov D.V. Epidemiological aspects and modern evolution of globally spreading arboviruses. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*, 2018, No. 6, pp. 94–102 (In Russ.)]. doi: 10.36233/0372-9311-2018-6-94-102.
18. Молчанова Е.В., Лучинин Д.Н., Мачнева А.Ю. и др. Компетентность комаров *Culex pipiens f. molestus* как переносчиков вируса Западного Нила при различных температурных условиях // *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2022. № 5. С. 540–544. [Molchanova E.V., Luchinin D.N., Machneva A.Yu. et al. Competence of *Culex pipiens f. molestus* mosquitoes as vectors of West Nile virus under various temperature conditions. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*, 2022, No. 5, pp. 540–544 (In Russ.)].
19. Путинцева Е.В., Удовиченко С.К., Никитин Д.Н. и др. Результаты мониторинга за возбудителем в 2021 г. в Российской Федерации, прогноз заболеваемости на 2022 г. // *Проблемы особо опасных инфекций*. 2022. № 1. С. 43–53. [Putintseva E.V., Udovichenko S.K., Nikitin D.N. et al. Results of monitoring the pathogen in 2021 in the Russian Federation, forecast of morbidity for 2022. *Problems of Especially Dangerous Infections*, 2022, No. 1, pp. 43–53 (In Russ.)]. doi: 10.21055/0370-1069-2022-1-43-53.
20. Путинцева Е.В., Удовиченко С.К., Никитин Д.Н. и др. Лихорадка Западного Нила в Российской Федерации в 2024 году, прогноз на 2025 год // *Проблемы особо опасных инфекций*. 2025. № 1. С. 84–95. [Putintseva E.V., Udovichenko S.K., Nikitin D.N. et al. West Nile Fever in the Russian Federation in 2024, Forecast for 2025. *Problems of Particularly Dangerous Infections*, 2025, No. 1, pp. 84–95 (In Russ.)]. doi: 10.21055/0370-1069-2025-1-84-95.
21. Rossi S.L., Ross T.M., Evans J.D. West Nile virus // *Clin. Lab. Med.* 2010. Vol. 30, No. 1. P. 47–65.
22. Молчанова Е.В., Снигур Г.Л., Герасимова А.Д., Лучинин Д.Н., Гусев Е.А. Сочетанная инфекция вирусом Синдбис и вирусом Западного Нила в эксперименте // *Инфекционные болезни: Новости. Мнения. Обучение*. 2022. Т. 11, № 2. С. 77–84. [Molchanova E.V.,

- Snigur G.L., Gerasimova A.D., Luchinin D.N., Gusev E.A. Combined infection with Sindbis virus and West Nile virus in an experiment. *Infectious Diseases: News, Opinions, Training*, 2022, Vol. 11, No. 2, pp. 77–84 (In Russ.). <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2022-11-2-77-84>.
23. Топорков А.В., Путинцева Е.В., Удовиченко С.К. Лихорадка Западного Нила как актуальная угроза здоровью: история изучения и меры профилактики в России // *Анализ риска здоровью*. 2023. № 3. С. 138–149. [Toporkov A.V., Putintseva E.V., Udovichenko S.K. West Nile fever as an actual threat to health: history of study and prevention measures in Russia. *Health Risk Analysis*, 2023, Vol. 3, pp. 138–149 (In Russ.). doi: 10.21668/health.risk/2023.3.13.
24. Petersen L.R., Marfin A.A. West Nile virus: a primer for the clinician // *Ann. Intern. Med.* 2002. Vol. 137, No. 3. P. 173–179.
25. Монастырский М.В., Демина Ю.В. Влияние климатических условий на вспышечную заболеваемость на территории Российской Федерации. *Национальные приоритеты России*. 2024. Т. 55, № 4. С. 138–142. [Monastyrsky M.V., Demina Yu.V. The impact of climatic conditions on outbreak morbidity in the Russian Federation. *National Priorities of Russia*, 2024, Vol. 55, No. 4, pp. 138–142 (In Russ.).]
26. Пяташина М.А., Сизова Е.П., Авдонина Л.Г. и др. Эпидемиологические аспекты заболеваемости в Республике Татарстан в 2023 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2024. № 2. С. 157–166. [Patyashina M.A., Sizova E.P., Avdonina L.G. et al. Epidemiological aspects of morbidity in the Republic of Tatarstan in 2023. *Problems of Especially Dangerous Infections*, 2024, Vol. 2, pp. 157–166 (In Russ.).] doi: 10.21055/0370-1069-2024-2-157-166.
27. Сафронов В.А., Смоленский В.Ю., Смелянский В.П. и др. Оценка динамики эпидемических проявлений лихорадки Западного Нила в Волгоградской области в зависимости от климатических условий, предшествующих началу эпидемического // *Вопросы вирусологии*. 2014. № 59 (6). С. 42–46. [Safronov V.A., Smolenskij V.J., Smeljanskij V.P., Savchenko S.T., Razdorskij A.S., Toporkov V.P. Assessment of the dynamics of epidemic manifestations of West Nile fever in the Volgograd region depending on the climatic conditions preceding the start of the epidemic season. *Virology issues*, 2014, No. 59 (6), pp. 42–46 (In Russ.).]
28. Habarugira G., Suen W.W., Hobson-Peters J., Hall R.A., Bielefeldt-Ohmann H. West Nile Virus: An Update on Pathobiology, Epidemiology, Diagnostics, Control and «One Health» Implications // *Pathogens*. 2020. Vol. 9, No. 7. P. 589.
29. Климова Е.А., Кареткина Г.Н., Шакарян А.К. и др. Лихорадка Западного Нила в Московской агломерации // *Инфекционные болезни: Новости, мнения, обучение*. 2021. Т. 10, № 4. С. 13–21. [Klimova E.A., Karetkina G.N., Shakaryan A.K. et al. West Nile fever in the Moscow agglomeration. *Infectious Diseases: News, Opinions, Training*, 2021, Vol. 10, No. 4, pp. 13–21 (In Russ.).] doi: 10.33029/2305-3496-2021-10-4-13-21.
30. Галимзянов Х.М., Мирекина Е.В., Курятникова Г.К. и др. Современные клинико-эпидемиологические особенности лихорадки Западного Нила на территории Астраханской области // *Астраханский медицинский журнал*. 2018. Т. 13 (4). С. 124–130. [Galimzyanov Kh.M., Mirekina E.V., Kuryatnikova G.K., et al. Modern clinical and epidemiological features of West Nile fever in the Astrakhan region. *Astrakhan Medical Journal*, 2018, Vol. 13, No. 4, pp. 124–130 (In Russ.).] doi: 10.17021/2018.13.4.124.130.
31. Путинцева Е.В., Удовиченко С.К., Бородай Н.В. и др. Особенности эпидемиологической ситуации по лихорадке Западного Нила в Российской Федерации в 2020 г. и прогноз её развития в 2021 г. // *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021. № 1. С. 51–60. [Putintseva E.V., Udovichenko S.K., Borodai N.V. et al. Features of the epidemiological situation of West Nile fever in the Russian Federation in 2020 and forecast of its development in 2021. *Problems of Especially Dangerous Infections*, 2021, No. 1, pp. 51–60 (In Russ.).] doi: 10.21055/0370-1069-2021-1-51-60.
32. Удовиченко С.К., Путинцева Е.В., Батурин А.А., Рябикина Л.А., Топорков А.В. Результаты скринингового обследования на наличие маркеров лихорадки Западного Нила у населения центральных и южных территорий России // *Медицинский вестник Юга России*. 2024. Т. 15, № 1. С. 74–81. [Udovichenko S.K., Putintseva E.V., Baturin A.A., Ryabnina L.A., Toporkov A.V. Results of a screening survey for West Nile fever markers among the population of the central and southern regions of Russia. *Medical Herald of the South of Russia*, 2024, Vol. 15, No. 1, pp. 74–81 (In Russ.).] doi: 10.21886/2219-8075-2024-15-1-74-81.
33. Чекрыгина Е.В., Волынкина А.С., Зайцева О.А., Лисицкая Я.В., Тищенко И.В. и др. Молекулярно-эпидемиологический мониторинг возбудителей природно-очаговых инфекций в Ставропольском крае в 2016–2021 гг. // *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2023. Т. 22, № 4. С. 24–34. [Chekrygina E.V., Volynkina A.S., Zaitseva O.A., Lisitskaya Ya.V., Tishchenko I.V. et al. Molecular and epidemiological monitoring of pathogens of natural focal infections in the Stavropol Territory in 2016–2021. *Epidemiology and Vaccination Prevention*, 2023, Vol. 22, No. 4, pp. 24–34 (In Russ.).] doi: 10.31631/2073-3046-2023-22-4-24-34.
34. Suthar M.S., Diamond M.S., Gale M. Jr. West Nile virus infection and immunity // *Nat. Rev. Microbiol.* 2013. Vol. 11, No. 2. P. 115–128.
35. Diamond M.S., Gale M. Jr. Cell-intrinsic innate immune control of West Nile virus infection // *Trends Immunol.* 2012. Vol. 33, No. 10. P. 522–530.
36. Fredericksen B.L. The neuroimmune response to West Nile virus // *J. Neurovirol.* 2014. Vol. 20, No. 2. P. 113–121.
37. Peng B.H., Wang T. West Nile virus induced cell death in the central nervous system // *Pathogens*. 2019. Vol. 8, No. 4. P. 215.
38. Luo H., Wang T. Recent Advances in Understanding West Nile Virus Host Immunity and Viral Pathogenesis // *F1000Res*. 2018. Vol. 7. P. 338.
39. Daffis S., Samuel M.A., Suthar M.S. et al. Interferon Regulatory Factor IRF-7 Induces the Antiviral Alpha Interferon Response and Protects Against Lethal West Nile Virus Infection // *J. Virol.* 2008. Vol. 82, No. 16. P. 8465–8475.

40. Thackray L.B., Shrestha B., Richner J.M. et al. Interferon Regulatory Factor 5-Dependent Immune Responses in the Draining Lymph Node Protect Against West Nile Virus Infection // *J. Virol.* 2014. Vol. 88, No. 19. P. 11007–11021.
41. Zimmerman M.G., Bowen J.R., McDonald C.E. et al. West Nile Virus Infection Blocks Inflammatory Response and T Cell Costimulatory Capacity of Human Monocyte-Derived Dendritic Cells // *J. Virol.* 2019. Vol. 93, No. 23. P. e00664–19.
42. Quicke K.M., Suthar M.S. The innate immune playbook for restricting West Nile virus infection // *Viruses*. 2013. Vol. 5, No. 11. P. 2643–2658.
43. Егембердиева Р.А., Шапиева Ж.Ж., Дмитровский А.М. и др. Лихорадка Западного Нила: клинико-эпидемиологические проявления // *Вестник Казахского Национального медицинского университета*. 2019. № 2. С. 18–20. [Egemberdieva R.A., Shapieva Zh.Zh., Dmitrovskiy A.M. et al. West Nile fever: clinical and epidemiological manifestations. *Bulletin of KazNMU*, 2019, Vol. 2, pp. 18–19 (In Russ.)].
44. Benzarti E., Murray K.O., Ronca S.E. Interleukins, chemokines, and tumor necrosis factor superfamily ligands in the pathogenesis of West Nile virus infection // *Viruses*. 2023. Vol. 15 No. 3. P. 806.
45. Pan Y., Cai W., Cheng A., Wang M., Yin Z., Jia R. Flaviviruses: Innate Immunity, Inflammasome Activation, Inflammatory Cell Death, and Cytokines // *Front Immunol.* 2022. Vol. 13. P. 829433.
46. Samaan Z., McDermid Vaz S., Bawor M., Potter T.H., Eskandarian S., Loeb M. Neuropsychological Impact of West Nile Virus Infection: An Extensive Neuropsychiatric Assessment of 49 Cases in Canada // *PLoS One*. 2016. Vol. 11, No. 6. P. e0158364.
47. Казорина Е.В., Шарова И.Н., Захарова Н.Б. и др. Лихорадка Западного Нила на территории Саратовской области в 2013–2015 гг. // *Вопросы вирусологии*. 2017. Т. 62, № 5. С. 219–224. [Kazorina E.V., Sharova I.N., Zakharova N.B. et al. West Nile fever in the Saratov region in 2013–2015. *Problems of Virology*, 2017, Vol. 62, No. 5, pp. 219–224 (In Russ.)]. doi: 10.18821/0507-4088-2017-62-5-219-224.
48. Григорьева Н.В., Стольнова Е.И. Патоморфологические особенности лихорадки Западного Нила: проблемы и перспективы изучения // *Волгоградский научно-медицинский журнал*. 2012. № 1. С. 75–77. [Grigorieva N.V., Stolnova E.I. Pathomorphological features of West Nile fever: problems and prospects of study. *Volgograd Scientific and Medical Journal*, 2012, No. 1, pp. 75–77 (In Russ.)].
49. Малецкая О.В., Прислегина Д.А., Таран Т.В. и др. Природно-очаговые вирусные лихорадки на юге европейской части России. Лихорадка Западного Нила // *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020. № 1. С. 109–114. [Maletskaya O.V., Prislegina D.A., Taran T.V. et al. Natural focal viral fevers in the southern European part of Russia. West Nile fever. *Problems of Especially Dangerous Infections*, 2020, No. 1, pp. 109–114 (In Russ.)]. doi: 10.21055/0370-1069-2020-1-109-114.
50. Негоденко А.О., Молчанова Е.В., Прилепская Д.Р. и др. Анализ результатов мониторинга арбовирусных инфекций на территории Волгоградской области в 2019 г. // *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2021. Т. 20, № 1. С. 51–59. [Negodenko A.O., Molchanova E.V., Prilepskaya D.R. et al. Analysis of the results of monitoring arbovirus infections in the Volgograd region in 2019. *Epidemiology and Vaccination Prevention*, 2021, Vol. 20, No. 1, pp. 51–59 (In Russ.)].
51. Sambri V., Capobianchi M.R., Cavrini F. et al. Diagnosis of West Nile virus human infections: overview and proposal of diagnostic protocols considering the results of external quality assessment studies // *Viruses*. 2013. Vol. 5, No. 10, pp. 2329–2348.
52. Путинцева Е.В., Алексеич И.О., Чеснокова С.Н. и др. Результаты мониторинга возбудителя лихорадки Западного Нила в Российской Федерации в 2019 г. и прогноз развития эпидемической ситуации в 2020 г. // *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020. № 1. С. 51–60. [Putintseva E.V., Alekseychik I.O., Chesnokova S.N. et al. Results of monitoring the West Nile fever pathogen in the Russian Federation in 2019 and forecast of the epidemic situation development in 2020. *Problems of Especially Dangerous Infections*, 2020, No. 1, pp. 51–60 (In Russ.)].
53. Пичурина Н.Л., Москвитина Э.А. Арбовирусные инфекции в Ростовской области // *Национальные приоритеты России*. 2011. Т. 2, № 5. С. 85–86. [Pichurina N.L., Moskvitina E.A. Arbovirus infections in the Rostov region. *National Priorities of Russia*, 2011, Vol. 2, No. 5, pp. 85–86 (In Russ.)].
54. Путинцева Е.В., Удовиченко С.К., Никитин Д.Н. и др. Лихорадка Западного Нила: результаты мониторинга возбудителя в 2021 г. в Российской Федерации, прогноз заболеваемости на 2022 г. // *Проблемы особо опасных инфекций*. 2022. № 1. С. 43–53. [Putintseva E.V., Udovichenko S.K., Nikitin D.N., et al. West Nile fever: results of monitoring the pathogen in 2021 in the Russian Federation, forecast of morbidity for 2022. *Problems of Especially Dangerous Infections*, 2022, No. 1, pp. 43–53 (In Russ.)]. doi: 10.21055/0370-1069-2022-1-43-53.
55. Топорков А.В., Путинцева Е.В., Удовиченко С.К. Лихорадка Западного Нила как актуальная угроза здоровью: история изучения и меры профилактики в России // *Анализ риска здоровью*. 2023. № 3. С. 138–149. [Toporkov A.V., Putintseva E.V., Udovichenko S.K. West Nile fever as an actual threat to health: history of study and prevention measures in Russia. *Health Risk Analysis*, 2023, No. 3, pp. 138–149 (In Russ.)]. doi: 10.21668/health.risk/2023.3.13.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 13.04.2026 г.

Авторство: Вклад в концепцию и план исследования — О.Н.Красноруцкая, В.В.Рассохин. Вклад в сбор данных — В.И.Шевцова; Е.М.Зауденкова, И.П.Алферова. Вклад в анализ данных и выводы — О.Н.Красноруцкая, В.В.Рассохин, Н.А.Насонова. Вклад в подготовку рукописи — А.А.Истин, В.И.Шевцова, Е.М.Зауденкова, И.П.Алферова.

Об авторах

Красноруцкая Ольга Николаевна — доктор медицинских наук;

ORCID: 0000–0003–4796–7334;

e-mail: 89805520393onk@gmail.com

Рассохин Вадим Владимирович — доктор медицинских наук, профессор;

ORCID 0000–0002–1159–0101;

e-mail: ras-doc@mail.ru

Шевцова Вероника Ивановна — доктор медицинских наук;

ORCID 0000–0002–1707–436X;

e-mail: shewvi17@yandex.ru

Истин Александр Александрович;

ORCID 0009–0005–5123–2076;

e-mail: istin2013@yandex.ru

Насонова Наталья Александровна — кандидат медицинских наук;

ORCID 0000–0002–6069–3588;

e-mail: nata.nasonova.79@mail.ru;

Зауденкова Екатерина Михайловна;

ORCID 0009–0008–1332–7578;

Литвинова Дарья Сергеевна;

ORCID 0009–0002–9061–0963.

Authors info

Krasnorutskaya Olga Nikolaevna — Dr. of Sci. (Med.);

ORCID: 0000–0003–4796–7334;

e-mail: 89805520393onk@gmail.com

Rassokhin Vadim Vladimirovich — Dr. of Sci. (Med.), Professor;

ORCID 0000–0002–1159–0101;

e-mail: ras-doc@mail.ru

Shevtsova Veronika Ivanovna — Dr. of Sci. (Med.);

ORCID 0000–0002–1707–436X;

e-mail: shewvi17@yandex.ru

Istin Alexander Alexandrovich;

ORCID 0009–0005–5123–2076;

e-mail: istin2013@yandex.ru

Natalia Alexandrovna Nasonova — Cand. of Sci. (Med.);

ORCID 0000–0002–6069–3588;

e-mail: nata.nasonova.79@mail.ru;

Zaudenkova Ekaterina Mikhailovna;

ORCID 0009–0008–1332–7578;

Litvinova Darya Sergeyevna;

ORCID 0009–0002–9061–0963.