



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-4-307-313>
УДК 619:579.62:579.869.1(048)

Актуальные патогенные виды листерии животных и птиц (обзор)

П. Н. Шастин

ФГБНУ «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук» (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Рязанский проспект, 24/1, г. Москва, 109428, Россия

РЕЗЮМЕ

Листерия является одним из наиболее тяжело протекающих заболеваний пищеварительного тракта во всем мире. Листерии поражают различные группы животных и птиц. Возбудитель выявлен в мясе, молоке, рыбе и рыбопродуктах. Отмечается сезонность заболевания в весенний и осенний периоды. Достоверно установлено, что бактерия *Listeria monocytogenes* свободно обитает в окружающей среде. *Listeria monocytogenes* является факультативным внутриклеточным патогеном, заражение которым у животных и людей приводит к инвазивному заболеванию, передающемуся фекально-оральным путем от животного к человеку, от матери к плоду. Патогенез листериозной инфекции хорошо изучен. Желудочно-кишечный тракт является местом транзита и распространения патогенных листерий. Инкубационный период листериозной инфекции длится 20–30 дней у животных и людей. Клиническое течение у различных видов животных, и в том числе птиц, имеет ряд особенностей. Листерии успешно преодолевают кишечный, плацентарный, гематоэнцефалический барьеры. При листериозе отмечается энцефалит, менингит, гастрит, менингоэнцефалит, маститы, аборт, эндометриты и др. Патогенные виды листерий обладают гемолитической активностью, которая отсутствует у непатогенных видов (исключение – *Listeria seeligeri*). В обзоре представлена актуальная информация о классификации листерий, факторах патогенности *Listeria monocytogenes* как основного патогена, механизмах протекания листериозной инфекции у различных видов животных.

Ключевые слова: обзор, *Listeria* spp., патогенность, биобезопасность, животные, птицы, антибиотикорезистентность

Благодарности: Данное исследование финансировалось Министерством образования и науки Российской Федерации, проект FGUG-2022-0007 на 2022–2024 гг.

Для цитирования: Шастин П. Н. Актуальные патогенные виды листерии животных и птиц (обзор). *Ветеринария сегодня*. 2024; 13 (4): 307–313. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-4-307-313>

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Шастин Павел Николаевич, канд. вет. наук, старший научный сотрудник лаборатории диагностики и контроля антибиотикорезистентности возбудителей наиболее клинически значимых инфекционных болезней животных ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, Рязанский проспект, 24/1, г. Москва, 109428, Россия, shastin.pasha@yandex.ru

Currently important pathogenic *Listeria* species affecting animals and birds (review)

Pavel N. Shastin

Federal Scientific Centre VIEV, 24/1 Ryazansky Prospekt, Moscow 109428, Russia

ABSTRACT

Listeriosis is one of the most severe gastrointestinal diseases in the world. *Listeria* affect different groups of animals and birds. The pathogen has been detected in meat, milk, fish and fish products. The disease shows spring and autumn seasonality. It has been reliably established that *Listeria monocytogenes* is ubiquitous in the environment. *Listeria monocytogenes* is a facultative intracellular pathogen. Infection with *Listeria monocytogenes* causes an invasive disease in animals and humans, which is transmitted via the fecal-oral route from an animal to a human, from a mother to a fetus. The pathogenesis of *Listeria* infection has been well studied. The gastrointestinal tract is the site of the pathogenic *Listeria* species transit and spread. The infection incubation period is 20–30 days in animals and humans. The clinical course in different animal species, including birds, has a number of specific features. *Listeria* can cross the intestinal, placental and blood-brain barriers. The manifestations of listeriosis include encephalitis, meningitis, gastritis, meningoencephalitis, mastitis, abortions, endometritis, etc. Pathogenic *Listeria* species show hemolytic activity which non-pathogenic species (except *Listeria seeligeri*) lack. The review presents the up-to-date information on the classification of *Listeria*, the pathogenicity factors of *Listeria monocytogenes* as the major pathogen, the mechanisms of *Listeria* infection development in different animal species.

Keywords: review, *Listeria* spp., pathogenicity, biosafety, animals, birds, antibiotic resistance

Acknowledgements: The study was funded by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, project FGUG-2022-0007 for 2022–2024.

For citation: Shastin P. N. Currently important pathogenic *Listeria* species affecting animals and birds (review). *Veterinary Science Today*. 2024; 13 (4): 307–313. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-4-307-313>

© Шастин П. Н., 2024

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

For correspondence: Pavel N. Shastin, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Senior Researcher, Laboratory for Diagnostics and Control of Antibiotic Resistance of Pathogens of the Most Clinically Significant Infectious Animal Diseases, Federal Scientific Centre VIEV, 24/1 Ryazansky Prospekt, Moscow 109428, Russia, shastin.pasha@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

Микроорганизмы рода *Listeria* относятся к семейству *Listeriaceae*, отряду *Bacillales*, классу *Bacilli* и типу *Firmicute*. Листерия – грамположительная бактерия, имеет генетические связи с *Clostridium*, *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* и *Bacillus*. *Listeria* spp. представляют собой факультативные анаэробные палочки размером 0,4 × 1–1,5 мкм, не образующие спор, не имеют капсулы, сохраняют подвижность в диапазоне температур от 10 до 25 °C [1]. *Listeria* spp. выделяют из различных источников окружающей среды: почвы, воды, сточных вод, фекалий животных и людей, пищевых продуктов. Рядом исследователей установлено, что естественной средой обитания бактерии является разлагающийся растительный субстрат. Путь передачи – фекально-оральный. В сельской местности жвачные животные являются основными переносчиками листерий [2, 3, 4]. Род *Listeria* в настоящее время представлен следующими видами: *L. monocytogenes*, *L. innocua*, *L. ivanovii* (ранее известная как *L. monocytogenes* 5-го серотипа), *L. farberii*, *L. seeligeri*, *L. welshimeri*, *L. ilorinensis*, *L. rocourtiae*, *L. weihenstephanensis*, *L. marthii*, *L. grandensis*, *L. riparia*, *L. cossartiae*, *L. fleischmannii*, *L. portnoyi*, *L. rustica*, *L. immobilis*, *L. booriae*, *L. thailandensis*, *L. goaensis*, *L. costaricensis*, *L. floridensis*, *L. aquatica*, *L. grayi*, *L. valentina*, *L. newyorkensis*, *L. swaminathanii*, *L. cornellensis* [5]. Патогенными для людей и животных являются два вида – *L. ivanovii* и *L. monocytogenes* [6]. Официальным открытием *Listeria* является 1924 г., когда группа исследователей (E. G. D. Murray, R. A. Webb, M. B. R. Swann) в Кембридже (Англия) выделила *L. monocytogenes* в качестве этиологического агента септического заболевания кроликов и морских свинок [7]. Первый случай листериоза человека зарегистрирован в 1929 г. в Дании. Впервые *L. ivanovii* была выделена в 1955 г. в Болгарии от ягнят [8]. Случаи заражения *L. ivanovii* редки, в основном бактерии данного вида выявляют у овец и крупного рогатого скота при абортрах и неонатальных септицемиях [9, 10, 11]. Хотя *L. seeligeri* относится к непатогенным видам листерий, был зарегистрирован один случай заражения человека этой бактерией [12, 13].

Листерии широко распространены в природе, выделены более чем от 90 видов животных, а также из растений и широкого спектра продуктов пищевого происхождения. Эти бактерии имеют способность к длительной персистенции в организме животных. Подавление роста *Listeria* в готовой продукции остается сложной задачей. Изучение биологических и экологических особенностей жизнедеятельности листерий направлено на предотвращение возникновения листериозной инфекции и борьбу с этим важным пищевым патогеном.

Новизна исследования заключается в систематизации актуальных данных о биологических свойствах и классификации листерий. Представлены особенно-

сти течения листериоза у сельскохозяйственных животных и птиц.

В период выполнения работы применялись аналитические методы исследований с использованием баз данных РИНЦ, Scopus, Web of Science, Library Genesis, Sci-Hub, Google Scholar, PubMed, Cyberleninka.

Целью обзора был анализ и систематизация современных знаний о патогенных видах листерий, классификации, механизме развития заболевания и характерных особенностях протекания листериозной инфекции у различных видов животных и птиц.

КЛАССИФИКАЦИЯ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИСТЕРИЙ

Бактерии рода *Listeria* распространены на всех континентах. Наиболее часто контаминации подвергаются мягкие сыры и молочные продукты, сосиски, паштеты, салаты, копченая рыба и, как правило, готовые к употреблению охлажденные продукты промышленного производства [14, 15, 16, 17]. Листерии хорошо приспособлены для выживания на поверхностях технологического оборудования пищевой промышленности. К примеру, *Listeria* переносят высокие концентрации соли (> 10%) и относительно низкие значения pH (< 5,0) и способны размножаться при низких температурах [18, 19]. Листериоз следует дифференцировать от бешенства, гриппа, бруцеллеза, пастереллеза, токсоплазмоза.

Патогенные виды листерий обладают гемолитической активностью, которая отсутствует у непатогенных видов (исключение – *L. seeligeri*). Ген гемолизина (*hly*) играет ключевую роль в разрушении клетки [20]. Биологические признаки некоторых видов рода *Listeria* представлены в таблице 1 [21].

Классификация *L. monocytogenes* основана на строении соматического (O) и жгутиковых (H) антигенов, и все представители данного вида подразделяют на следующие серовары: 1/2a, 1/2b, 1/2c, 3a, 3b, 3c, 4a, 4b, 4c, 4d, 4e и 7 [22].

Listeria monocytogenes является факультативным внутриклеточным патогеном, заражение которым у животных и людей приводит к инвазивному заболеванию, при этом возбудитель передается фекально-оральным путем от животного к человеку, от матери к плоду [23]. Факторы патогенности данного вида бактерии приведены в таблице 2 [21].

Большая часть информации по патогенезу листериоза получена на основе интерпретации эпидемиологических, клинических и гистопатологических данных при экспериментальных инфекциях у животных. Желудочно-кишечный тракт является основным местом проникновения и распространения патогенных листерий [17]. Сообщается, что повышенная кислотность желудочного сока может уничтожить

Таблица 1
Биологические признаки некоторых видов рода *Listeria* [21]

Table 1
Biological characteristics of some species of the genus *Listeria* [21]

Признаки		<i>L. monocytogenes</i>	<i>L. innocua</i>	<i>L. ivanovii</i>	<i>L. seeligeri</i>	<i>L. welshimeri</i>	<i>L. grayi</i>
β -гемолиз		+	–	+	+	–	–
CAMP-тест (<i>Staphylococcus aureus</i>)		+	–	–	+	–	–
CAMP-тест (<i>Rhodococcus equi</i>)		±	–	+	–	–	–
Образование кислоты из	маннитола	–	–	–	–	–	+
	α -метил-D-маннозида	+	+	–	–	+	+
	L-рамнозы	+	d	–	–	d	±
	растворимого крахмала	–	–	–			+
	D-ксилозы	–	–	+	+	+	–
Гидролиз гиппурата		+	+	+			–
Восстановление нитрата		–	–	–			±
Патогенность для мышей		+	–	+	–	–	–

«+» – 90% и более штаммов положительные (90% or more of the strains are positive); «–» – 90% и более штаммов отрицательные (90% or more of the strains are negative); d – 11–89% штаммов положительные (11–89% of the strains are positive); ± – варибельный вариант (a variable variant); отсутствие результата означает, что исследований не проводили (the absence of a result means that no tests for this parameter have been carried out).

значительное количество листерий. Инкубационный период листериозной инфекции у животных и людей длится 20–30 дней. *Listeria* spp., проникающие через кишечный барьер, лимфой и кровью разносятся в брыжеечные лимфатические узлы, печень, селезенку [24].

В экспериментальном исследовании на мышах при внутривенном введении было установлено, что *L. monocytogenes* быстро выводятся из кровотока резидентными макрофагами селезенки и печени [25]. Большая часть бактериальной нагрузки приходится на печень, в которой активны клетки Купфера. Эти макрофаги уничтожают большинство поглощенных бактерий. Рядом авторов считается, что клетки Купфера инициируют активизацию антилистериального иммунитета, индуцируя антигензависимую пролиферацию Т-лимфоцитов и секрецию цитокинов [26]. Также в различных научных работах отмечается частичная выживаемость клеток листерий после атаки макрофагами, которые активно растут в течение последующих 2–5 дней [27, 28, 29]. Клетки листерий перемещаются прямым переходом от гепатоцита к гепатоциту, распространяясь в паренхиме печени, не вступая в контакт с гуморальной иммунной системой. Авторы приходят к выводу, что благодаря этому объясняется нивелирование роли антител в антитело-листериозном взаимодействии [30]. *L. monocytogenes* является мультисистемным патогеном, поражающим широкий спектр тканей животных и человека.

ЛИСТЕРИОЗ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

На крупный рогатый скот приходится большое число случаев выявления патогенных листерий, которые регистрируются по всему миру [31]. Чаще всего у крупного рогатого скота листериоз протекает в энцефалитной форме, также отмечают выкидыши, септицемию с милиарными абсцессами. Пищевой – является основным путем заражения крупного рогатого скота, особенно при скармливании некачественного силоса, употреблении загрязненной воды. После попадания внутрь

Таблица 2
Факторы патогенности *Listeria monocytogenes* [21]

Table 2
Pathogenicity factors of *Listeria monocytogenes* [21]

Белок	Молекулярная масса, кДа	Ген	Функция
<i>prfA</i>	27	<i>prfA</i>	Регуляция транскрипции генов вирулентности
Листеролизин O	58	<i>hly</i>	Лизис первичной и вторичной фагосом
PISA (фосфатидилинозитол-специфичная фосфолипаза C)	36	<i>plcA</i>	Лизис фагосомы
Лецитиназа	33	<i>plcB</i>	Лизис вторичной фагосомы
Металлопротеаза	57	<i>mpl</i>	Посттрансляционная модификация лецитиназы
<i>ActA</i>	67	<i>actA</i>	Полимеризация актина
Интерналин, <i>inlB</i>	88,65	<i>inlA</i> , <i>inlB</i>	Индукция фагоцитоза

клетки листерии гематогенным путем разносятся по внутренним органам, нервной системе и половым органам стельных коров. Еще один путь заражения – при повреждении целостности кожных покровов, конъюнктивы во время выпаса скота либо через соски вымени. При поражении центральной нервной системы патологический процесс локализуется в продолговатом мозге и мосту [32, 33]. В зависимости от поражения соответствующего нерва наблюдается характерная картина: повреждение 5-го черепно-мозгового и нижнечелюстного нерва приводит к неспособности поглощать воду и пищу и, соответственно, дальнейшим нарушениям [34]; признаком поражения 9-го и 10-го черепно-мозговых нервов является чрезмерное слюноотделение при нарушении функции глотания; 12-го черепно-мозгового нерва – высунутый язык;

8-го черепно-мозгового нерва – атаксия и кружение по кругу, паралич лица с односторонним опущением губы, века, уха; 6-го черепно-мозгового нерва – косоглазие. На более поздних стадиях заболевания животное впадает в кому и погибает в течение нескольких дней. В коре головного мозга посмертно отмечают очаги некрозов с инфильтрованными нейтрофилами, макрофагами, клетками бактерий [35, 36]. Листериоз необходимо дифференцировать от бешенства.

Генитальная форма листериоза у коров проявляется абортными в последнем триместре стельности. В случае заражения плода у новорожденных развивается менингит и в дальнейшем наступает гибель [37].

Также авторами отмечается сезонность листериоза крупного рогатого скота с обострением зимой, весной и снижением количества случаев заболевания в летнее время [32].

ЛИСТЕРИОЗ СВИНЕЙ

У свиней (молодняка) листериоз чаще всего протекает в септической форме и встречается реже по сравнению с другими видами животных. Энцефалит и выкидыши регистрируются редко [38]. Характерной морфологической особенностью листериозной септицемии у новорожденных поросят является некроз печени [39, 40]. Первый случай листериоза у поросят был отмечен в России Т. П. Слабоспицким в 1936 г., который дал название возбудителю *L. suis* [41]. У свиноматок *L. monocytogenes* локализуется в миндалинах, откуда затем попадает в желудочно-кишечный тракт. Случаи листериоза свиней чаще выявляют в зимнее время и весной. Поражение центральной нервной системы у молодняка при листериозном энцефалите проявляется нарушением координации, слабостью, апатией, после чего наступает смерть. Менингоэнцефалит у свиней характеризуется внезапным снижением аппетита, неврологическими расстройствами (дрожь, частичный паралич, недержание мочи, судороги), повышением температуры тела [42]. При гистопатологическом исследовании наблюдается выраженная моноцитарная инфильтрация, во многих кровеносных сосудах отмечается периваскулярное сужение [43, 44]. Наиболее крупная вспышка листериозного менингоэнцефалита свиней была зарегистрирована в Индии, тогда погибло 27 из 75 свиней [45].

ЛИСТЕРИОЗ ОВЕЦ

У овец листериоз обусловлен серотипами 1/2 и 3 *L. monocytogenes*, а также *L. ivanovii*. Впервые листериоз овец (болезнь кружения) был зафиксирован в Новой Зеландии в 1929 г. Частота заражения овец выше (до 30%), чем крупного рогатого скота (до 15%). Листериоз у овец протекает с признаками энцефалита, желудочно-кишечных септицемий, с гепатитом, спленитом, пневмонитом и абортными, чаще в последнем триместре суягности. Наиболее часто выявляемой формой листериоза у овец является энцефалит [46]. У ягнят в возрасте 5 нед. может развиваться септицемия, у молодняка более старшего возраста отмечается энцефалит. У взрослых овец листериозная инфекция чаще протекает с признаками поражения центральной нервной системы (менингоэнцефалит), животные отказываются от корма и воды, наблюдается повышение температуры, скрежет зубов, паралич жевательных мышц, чрезмерное слюноотделение, обусловленное неспособностью

глотать ввиду повреждения черепно-мозгового нерва, отмечают круговые движения (болезнь кружения). На более поздних стадиях развивается нарушение мышечной координации, затем животное перестает ходить; смерть наступает в течение 2–3 дней после появления первых симптомов. При гистологическом исследовании в стволе головного мозга наблюдают микрогранулемы, микроабсцессы. Листериозный энцефалит у овец наиболее распространен поздней осенью, зимой и ранней весной. По истечении 48 ч при попадании в матку гематогенным путем *L. monocytogenes* обнаруживают в плоде и околоплодных водах. Первоначально у беременных овец наблюдают гнойный метрит. Клинические симптомы исчезают после аборта и отмечается заметное улучшение состояния овец. Заболеваемость овцематок колеблется от 1 до 20%, при этом установлена высокая смертность ягнят. Септицемия наиболее часто наблюдается у новорожденных ягнят и развивается через 2–3 дня после орального попадания возбудителя, она сопровождается высокой температурой, потерей аппетита, диареей. Смерть может наступить в результате обширного поражения печени, пневмонии. Уровень смертности при септической форме листериоза значительно ниже, чем при энцефалитной. Способствующими факторами, повышающими патогенные свойства листерии, является скудное содержание овец, стресс, качество корма [47, 48].

Listeria ivanovii является общепризнанным этиологическим патогеном, вызывающим выкидыши у овец [48]. Количество случаев листериоза овец, обусловленных *L. ivanovii* и сопровождающихся абортными, составляет 8%. Предрасполагающими к заражению *L. ivanovii* факторами, так же как и при инфицировании *L. monocytogenes*, являются стресс, снижение иммунитета, скормливание некачественного корма, контакт с инфицированными животными и др. [49, 50].

В качестве мер профилактики имеет место вакцинация живыми аттенуированными штаммами *L. monocytogenes*. Например, в Германии и Греции иммунизация овец аттенуированной вакциной, состоящей из сероваров 1/2a и 4b, снизила инцидентность листериозов и абортных по сравнению с контрольной группой. Результаты полевых испытаний показали, что от иммунизированных животных было получено больше приплода, свободного от листерий (92,4 против 69,7%), и с более высокой массой тела при рождении (2,2 против 1,8 кг), чем ягнят от контрольных невакцинированных овцематок. Также из образцов молока вакцинированных овцематок *L. monocytogenes* выделены не были, в отличие от контрольной группы, где в 31,9% проб молока были обнаружены листерии [47].

В случае возникновения вспышки может быть выделено несколько штаммов одного и того же или разных серотипов листерий. В качестве дополнительных методов диагностики для подтверждения диагноза применяется ДНК-дактилоскопия, фаготипирование, пиролизная масс-спектрометрия [51].

ЛИСТЕРИОЗ КОЗ

Клинически листериоз коз протекает схоже с листериозом овец и проявляется в виде септицемий, абортных, энцефалитов [52]. Механизм развития заключается в проникновении патогенных листерий в организм коз через желудочно-кишечный тракт, что приводит к кратковременной бактериемии и дальнейшему

распространению в центральную нервную систему, внутренние органы, а также в плаценту. Депрессия, снижение аппетита и удоев, диарея, повышение температуры тела (41 °C) – первые признаки септицемии. У суягных коз *L. monocytogenes* проникает через плаценту в плод и в дальнейшем приводит к выкидышам на поздних сроках [53].

Ряд исследователей отмечают, что наиболее часто регистрируемой формой протекания листериоза у коз является менингоэнцефалит. Ранние признаки листериозного энцефалита коз: усиленное слюноотделение, опускание ушей, высунутый язык, отсутствие жвачки [54]. Также некоторые исследователи указывают на большую восприимчивость коз к листериозу по сравнению с овцами [52]. К примеру, в Ираке во время вспышки листериоза заболеваемость (30,0 против 16,7%) и смертность (21,2 против 14,9%) у коз по сравнению с овцами была выше [55]. Количество случаев выделения листерии у коз чаще отмечается зимой и весной.

ЛИСТЕРИОЗ ПТИЦ

Листериоз птиц впервые зарегистрирован в 1935 г. [56]. Дикие утки, индейки, фазаны, гуси являются бессимптомными носителями листерий. *Listeria* попадают в организм птиц оральным путем при склевывании фекалий, почвы, трупов. Листериоз у птиц встречается намного реже, чем у овец, коз, крупного рогатого скота [57, 58, 59]. Листериозная инфекция у птиц также может развиваться как вторичная на фоне вирусных заболеваний, а также сальмонеллеза, кокцидиоза, глистных инвазий, клещевого энцефалита, лимфоцитоза, энтерита и других, способствующих снижению иммунитета [60]. Одним из отличительных признаков листериоза птиц является септицемия, характеризующаяся очаговым некрозом внутренних органов, особенно печени и селезенки. В то же время ряд авторов при листериозной инфекции птиц отмечают поражения сердца в виде закупорки сосудов, перикардита, увеличения перикардиальной жидкости. Септическая форма листериоза приводит к следующим патологическим изменениям: спленомегалии, перитониту, нефриту, язвам в подвздошной и слепой кишке, некрозу яйцевода, генерализованному отеку легких, конъюнктивиту, энтериту. В случае острой септической формы заболевания отмечаются поражения всех внутренних органов. Внешне у птицы клинические проявления практически отсутствуют, за исключением признаков физического истощения, при котором птица погибает на 5–9-й день заболевания [59, 61].

Реже у птиц встречается листериозный менингоэнцефалит, при котором отмечаются нарушения в работе центральной нервной системы: расстройство координации движений, тремор, кривошея, опущенные крылья, односторонний или двусторонний паралич пальцев ног [62], приводящие в дальнейшем к летальному исходу. При вскрытии наблюдаются застойные явления и некротические очаги в головном мозге [63, 64].

Наиболее восприимчивы к листериозу куриные эмбрионы, молодняк кур [61, 65, 66]. У суточных цыплят чаще всего листерии выявляются в слепой кишке, печени, селезенке и клоакальных смывах [63].

Таким образом, инкубационный период листериоза зависит от общей клинической картины. У животных и птиц инфекция протекает в септической, энцефалит-

ной, абортной формах. Патогенные виды листерий являются важными этиологическими агентами заболеваний животных и птиц, приводящих к тяжелым последствиям и экономическому ущербу [67]. На сегодняшний день проблема листериоза остается актуальной и недостаточно освещается в публичном пространстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Listeria spp. распространены среди широкого круга домашних и диких животных, а также людей во всем мире и обладают зоонозным потенциалом.

Анализ научных публикаций позволил обобщить данные о механизмах и путях передачи, факторах патогенности листерий, их серологическом разнообразии, локализации в организме восприимчивых животных, формах протекания заболевания у крупного рогатого скота, свиней, овец, коз и птиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Collins M. D., Wallbanks S., Lane D. J., Shah J., Nietupski R., Smida J., et al. Phylogenetic analysis of the genus *Listeria* based on reverse transcriptase sequencing of 16S rRNA. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 1991; 41 (2): 240–246. <https://doi.org/10.1099/00207713-41-2-240>
- Fenlon D. R., Ryser E. T., Marth E. H. *Listeria monocytogenes* in the natural environment. In: *Listeria, Listeriosis and Food Safety*. Ed. by E. T. Ryser, E. H. Marth. 2nd ed. New York: Marcel Dekker Inc.; 1999; 21–37.
- Kampelmacher E. H., van Noorle Jansen L. M. Listeriosis in humans and animals in the Netherlands (1958–1977). *Zentralblatt für Bakteriologie. A: Medizinische Mikrobiologie, Infektionskrankheiten und Parasitologie*. 1980; 246 (2): 211–227. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6775441>
- McCarthy S. A. *Listeria* in the environment. In: *Foodborne Listeriosis*. Ed. by A. L. Miller, J. L. Smith, G. A. Somkuti. New York: Elsevier; 1990; 25–29.
- Je H. J., Kim U. I., Koo O. K. A comprehensive systematic review and meta-analysis of *Listeria monocytogenes* prevalence in food products in South Korea. *International Journal of Food Microbiology*. 2024; 415:110655. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110655>
- Cruza P. E. H. Bacterias patógenas emergentes transmisibles por los alimentos. In: *Aspectos Higiénicos de los Alimentos Microbiológicamente Seguros*. Ed. by B. S. Pérez. Real Academia Nacional de Farmacia; 2010; 147–179. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=785064> (in Spanish)
- Murray E. G. D., Webb R. A., Swann M. B. R. A disease of rabbits characterised by a large mononuclear leucocytosis, caused by a hitherto undescribed bacillus *Bacterium monocytogenes* (n. sp.). *The Journal of Pathology and Bacteriology*. 1926; 29 (4): 407–439. <https://doi.org/10.1002/path.1700290409>
- Ivanov I. Untersuchungen über die Listeriose der Schafe in Bulgarien. *Monatshäfte für Veterinärmedizin*. 1962; 17: 729–736. (in German)
- Alexander A. V., Walker R. L., Johnson B. J., Charlton B. R., Woods L. W. Bovine abortions attributable to *Listeria ivanovii*: Four cases (1988–1990). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1992; 200 (5): 711–714. <https://doi.org/10.2460/javma.1992.200.05.711>
- Chand P., Sadana J. R. Outbreak of *Listeria ivanovii* abortion in sheep in India. *Veterinary Record*. 1999; 145 (3): 83–84. <https://doi.org/10.1136/vr.145.3.83>
- Dennis S. M. Perinatal lamb mortality in Western Australia. 6. Listeric infection. *Australian Veterinary Journal*. 1975; 51 (2): 75–79. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1975.tb09409.x>
- Rocourt J., Grimont P. A. D. Notes: *Listeria welshimeri* sp. nov. and *Listeria seeligeri* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 1983; 33 (4): 866–869. <https://doi.org/10.1099/00207713-33-4-866>
- Rocourt J., Hof H., Schrettenbrunner A., Malinverni R., Bille J. Ménigite purulente aiguë à *Listeria seeligeri* chez un adulte immunocompétent = Acute purulent *Listeria seeligeri* meningitis in an immunocompetent adult. *Schweizerische medizinische Wochenschrift*. 1986; 116 (8): 248–251. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3082004> (in French)
- Farber J. M., Peterkin P. I. *Listeria monocytogenes*, a food-borne pathogen. *Microbiological Reviews*. 1991; 55 (3): 476–511. <https://doi.org/10.1128/mr.55.3.476-511.1991>
- Rocourt J. Risk factors for listeriosis. *Food Control*. 1996; 7 (4–5): 195–202. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(96\)00035-7](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(96)00035-7)
- Norton D. M., Braden C. R. Foodborne Listeriosis. In: *Listeria, Listeriosis and Food Safety*. Ed. by E. T. Ryser, E. H. Marth. 3rd ed. New York: CRC Press; 2007; 305–356. <https://doi.org/10.1201/9781420015188>

17. Шастин П. Н., Якимова Э. А., Супова А. В., Савинов В. А., Ежова Е. Г., Хабарова А. В., Лаишевцев А. И. Антибиотикорезистентность и фагочувствительность листериозных патогенов. *Аграрная наука*. 2024; (3): 50–56. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-50-56>
- Shastin P. N., Yakimova E. A., Supova A. V., Savinov V. A., Ezhova E. G., Khabarova A. V., Laishevcev A. I. Antibiotic resistance and phage sensitivity of topical listeriosis pathogens. *Agrarian science*. 2024; (3): 50–56. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-50-56> (in Russ.)
18. McLauchlin J., Greenwood M. H., Pini P. N. The occurrence of *Listeria monocytogenes* in cheese from a manufacturer associated with a case of listeriosis. *International Journal of Food Microbiology*. 1990; 10 (3–4): 255–262. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(90\)90073-E](https://doi.org/10.1016/0168-1605(90)90073-E)
19. Lou Y., Yousef A. E. Characteristics of *Listeria monocytogenes* important to food processors. In: *Listeria, Listeriosis, and Food Safety*. Ed. by E. T. Ryser, E. H. Marth. 2nd ed. New York: Marcel Dekker Inc.; 1999; 131–224.
20. Cossart P., Mengaud J. *Listeria monocytogenes*. A model system for the molecular study of intracellular parasitism. *Molecular Biology & Medicine*. 1989; 6 (5): 463–474. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2516599>
21. Тартаковский И. С., Малеев В. В., Ермолаева С. А. Листерии: роль в инфекционной патологии человека и лабораторная диагностика. М.: Медицина для всех; 2002. 200 с.
- Tartakovsky I. S., Maleev V. V., Ermolaeva S. A. *Listeria*: Role in human infectious pathology and laboratory diagnostics. Moscow: Meditsina dlya vseh; 2002. 200 p. (in Russ.)
22. Бакулов И. А., Васильев Д. А., Ковалева Н. Е., Егорова И. Ю., Селянинов Ю. О. Листерии и листериоз: монография. 2-е изд., испр. и доп. Ульяновск: УлГТУ имени П. А. Столыпина; 2016. 334 с.
- Bakulov I. A., Vasiliev D. A., Kovaleva N. E., Egorova I. Yu., Selyaninov Yu. O. *Listeria and listeriosis*: monograph. 2nd ed., corrected and supplemented. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin; 2016. 334 p. (in Russ.)
23. Torres K., Sierra S., Poutou R., Carrascal-Camacho A., Mercado M. Patogénese de *Listeria monocytogenes*, microorganismo zoonótico emergente. *Revista MVZ Córdoba*. 2005; 10 (1): 511–543. (in Spanish)
24. Marco A. J., Prats N., Ramos J. A., Briones V., Blanco M., Dominguez L., Domingo M. A microbiological, histopathological and immunohistological study of the intragastric inoculation of *Listeria monocytogenes* in mice. *Journal of Comparative Pathology*. 1992; 107 (1): 1–9. [https://doi.org/10.1016/0021-9975\(92\)90090-H](https://doi.org/10.1016/0021-9975(92)90090-H)
25. Cousens L. P., Wing E. J. Innate defenses in the liver during *Listeria* infection. *Immunological Reviews*. 2000; 174 (1): 150–159. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0528.2002.017407.x>
26. Gregory S. H., Wing E. J. Accessory function of Kupffer cells in the antigen-specific blastogenic response of an L3T4⁺ T-lymphocyte clone to *Listeria monocytogenes*. *Infection and Immunity*. 1990; 58 (7): 2313–2319. <https://doi.org/10.1128/iai.58.7.2313-2319.1990>
27. Lepay D. A., Nathan C. F., Steinman R. M., Murray H. W., Cohn Z. A. Murine Kupffer cells. Mononuclear phagocytes deficient in the generation of reactive oxygen intermediates. *Journal of Experimental Medicine*. 1985; 161 (5): 1079–1096. <https://doi.org/10.1084/jem.161.5.1079>
28. Mandel T. E., Cheers C. Resistance and susceptibility of mice to bacterial infection: histopathology of listeriosis in resistant and susceptible strains. *Infection and Immunity*. 1980; 30 (3): 851–861. <https://doi.org/10.1128/iai.30.3.851-861.1980>
29. De Chastellier C., Berche P. Fate of *Listeria monocytogenes* in murine macrophages: evidence for simultaneous killing and survival of intracellular bacteria. *Infection and Immunity*. 1994; 62 (2): 543–553. <https://doi.org/10.1128/iai.62.2.543-553.1994>
30. Portnoy D. A. Innate immunity to a facultative intracellular bacterial pathogen. *Current Opinion in Immunology*. 1992; 4 (1): 20–24. [https://doi.org/10.1016/0952-7915\(92\)90118-x](https://doi.org/10.1016/0952-7915(92)90118-x)
31. Terentjeva M., Šteingolde Ž., Meistere I., Elferts D., Avsejenko J., Streikiša M., et al. Prevalence, genetic diversity and factors associated with distribution of *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* spp. in cattle farms in Latvia. *Pathogens*. 2021; 10 (7): 851. <https://doi.org/10.3390/pathogens10070851>
32. Nightingale K. K., Schukken Y. H., Nightingale C. R., Fortes E. D., Ho A. J., Her Z., et al. Ecology and transmission of *Listeria monocytogenes* infecting ruminants and in the farm environment. *Applied and Environmental Microbiology*. 2004; 70 (8): 4458–4467. <https://doi.org/10.1128/aem.70.8.4458-4467.2004>
33. Hilliard A., Leong D., O'Callaghan A., Culligan E. P., Morgan C. A., DeLappe N., et al. Genomic characterization of *Listeria monocytogenes* isolates associated with clinical listeriosis and the food production environment in Ireland. *Genes*. 2018; 9 (3): 171. <https://doi.org/10.3390/genes9030171>
34. Demaitre N., Van Damme I., De Zutter L., Geeraerd A. H., Rasschaert G., De Reu K. Occurrence, distribution and diversity of *Listeria monocytogenes* contamination on beef and pig carcasses after slaughter. *Meat Science*. 2020; 169: 108177. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108177>
35. Aiyedun J. O., Olatoye O. I., Oludairo O. O., Adesope A. O., Ogundijo O. Occurrence, antimicrobial susceptibility and biofilm production in *Listeria monocytogenes* isolated from pork and other meat processing items at Oko-Oba abattoir, Lagos State, Nigeria. *Sahel Journal of Veterinary Sciences*. 2020; 17 (4): 24–30. <https://saheljvs.org/index.php/saheljvs/article/view/111/37>
36. McLauchlin J., Grant K. A., Amar C. F. L. Human foodborne listeriosis in England and Wales, 1981 to 2015. *Epidemiology and Infection*. 2020; 148:e54. <https://doi.org/10.1017/S0950268820000473>
37. Al S., Disli H. B., Hizlisoy H., Ertas Onmaz N., Yildirim Y., Gonulalan Z. Prevalence and molecular characterization of *Listeria monocytogenes* isolated from wastewater of cattle slaughterhouses in Turkey. *Journal of Applied Microbiology*. 2022; 132 (2): 1518–1525. <https://doi.org/10.1111/jam.15261>
38. Blendon D. C. Latency in listeriosis: a review and assessment. *Canadian Journal of Public Health*. 1974; 65 (3): 198–201. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4840130>
39. Szatalowicz F. T., Blendon D. C., Khan M. S. Occurrence of *Listeria* antibodies in select occupational groups. *Canadian Journal of Public Health*. 1970; 61 (5): 402–406. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4991114>
40. Morin D. E. Brainstem and cranial nerve abnormalities: listeriosis, otitis media/interna, and pituitary abscess syndrome. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2004; 20 (2): 243–273. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.02.007>
41. Ятусевич А., Максимович В., Семенов В. Листерииоз: проблема ветеринарная и медицинская. *Животноводство России*. 2015; (12): 29–32. <https://elibrary.ru/vlnpif>
- Yatusевич A., Maximovich V., Semyonov V. Listeriosis: veterinary and human medical problem. *Animal Husbandry of Russia*. 2015; (12): 29–32. <https://elibrary.ru/vlnpif> (in Russ.)
42. Stein H., Stessl B., Brunthaler R., Loncaric I., Weissenböck H., Ruczizka U., et al. Listeriosis in fattening pigs caused by poor quality silage – a case report. *BMC Veterinary Research*. 2018; 14:362. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1687-6>
43. Lopez A., Bildfell R. Neonatal porcine listeriosis. *Canadian Veterinary Journal*. 1989; 30 (10): 828–829. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17423443>
44. Moreno L. Z., Paixão R., Gobbi D. D., Raimundo D. C., Ferreira T. P., Hofer E., et al. Characterization of atypical *Listeria innocua* isolated from swine slaughterhouses and meat markets. *Research in Microbiology*. 2012; 163 (4): 268–271. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2012.02.004>
45. Rajkhowa S., Neher S., Pegu S. R., Sarma D. K. Bacterial diseases of pigs in India: A review. *Indian Journal of Comparative Microbiology, Immunology and Infectious Diseases*. 2018; 39 (2s): 29–37. <https://doi.org/10.5958/0974-0147.2018.00014.4>
46. Isom L. L., Khambatta Z. S., Moluf J. L., Akers D. F., Martin S. E. Filament formation in *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*. 1995; 58 (9): 1031–1033. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-58.9.1031>
47. Linde K., Fthenakis G. C., Lippmann R., Kinne J., Abraham A. The efficacy of a live *Listeria monocytogenes* combined serotype 12a and serotype 4b vaccine. *Vaccine*. 1995; 13 (10): 923–926. [https://doi.org/10.1016/0264-410X\(95\)00010-X](https://doi.org/10.1016/0264-410X(95)00010-X)
48. Braun U., Stehle C., Ehrensperger E. Clinical findings and treatment of listeriosis in 67 sheep and goats. *Veterinary Record*. 2002; 150 (2): 38–42. <https://doi.org/10.1136/vr.150.2.38>
49. Dunnnett E., Florea L., Thurston L., Floyd T., Collins R., Otter A. Deaths of weaned lambs with visceral *Listeria ivanovii* infections. *Veterinary Record Case Reports*. 2020; 8 (4): e001254. <https://doi.org/10.1136/vetrecr-2020-001254>
50. Gonzalez-Zorn B., Suarez M. *Listeria* y listeriosis. *Profesión Veterinaria*. 2009; 16 (71): 58–67. (in Spanish)
51. Keelara S., Malik S. V. S., Nayakvadi S., Das S., Barbuddhe S. B. Isolation and characterization of *Listeria* spp. from organized and migratory sheep flocks in India. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2015; 3 (6): 325–331. <http://dx.doi.org/10.14737/journal.aavs/2015/3.6.325.331>
52. Johnson G. C., Maddox C. W., Fales W. H., Wolff W. A., Randle R. F., Ramos J. A., et al. Epidemiologic evaluation of encephalitic listeriosis in goats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1996; 208 (10): 1695–1699. <https://doi.org/10.2460/javma.1996.208.10.1695>
53. Kennedy S., Passler T., Stockler J., Bayne J. Risk factors associated with outcome in goats with encephalitic listeriosis: A retrospective study of 36 cases from 2008 to 2021. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2023; 37 (3): 1271–1277. <https://doi.org/10.1111/jvim.16704>
54. Fentahun T., Fresebehat A. Listeriosis in small ruminants: A review. *Advances in Biological Research*. 2012; 6 (6): 202–209. <https://core.ac.uk/download/pdf/199937204.pdf>
55. Yousif Y. A., Joshi B. P., Ali H. A. Ovine and caprine listeric encephalitis in Iraq. *Tropical Animal Health and Production*. 1984; 16: 27–28. <https://doi.org/10.1007/BF02248925>

56. Seastone C. V. Pathogenic organisms of the genus *Listerella*. *Journal of Experimental Medicine*. 1935; 62 (2): 203–212. <https://doi.org/10.1084/jem.62.2.203>
57. Gray M. L. Listeriosis in fowls – a review. *Avian Diseases*. 1958; 2 (3): 296–314. <https://doi.org/10.2307/1587530>
58. Crespo R., Garner M. M., Hopkins S. G., Shah D. H. Outbreak of *Listeria monocytogenes* in an urban poultry flock. *BMC Veterinary Research*. 2013; 9:204. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-204>
59. McLauchlin J., Aird H., Amar C., Barker C., Dallman T., Elviss N., et al. *Listeria monocytogenes* in cooked chicken: detection of an outbreak in the United Kingdom (2016 to 2017) and analysis of *L. monocytogenes* from unrelated monitoring of foods (2013 to 2017). *Journal of Food Protection*. 2020; 83 (12): 2041–2052. <https://doi.org/10.4315/jfp-20-188>
60. Cummins T. J., Orme I. M., Smith R. E. Reduced *in vivo* nonspecific resistance to *Listeria monocytogenes* infection during avian retrovirus-induced immunosuppression. *Avian Diseases*. 1988; 32 (4): 663–667. <https://doi.org/10.2307/1590981>
61. Tavakkoli H., Rahmani M., Ghanbarpoor R., Kheirandish R. Induced systemic listeriosis in *Alectoris chukar* chicks: clinical, histopathological and microbiological findings. *British Poultry Science*. 2015; 56 (6): 651–657. <https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1113505>
62. Barnes H. J. Miscellaneous and sporadic bacterial infections. In: *Diseases of Poultry*. Ed. by Y. M. Saif. 11th ed. Ames: Iowa State Press; 2003; 845–862.
63. Bailey J. S., Fletcher D. L., Cox N. A. Recovery and Serotype Distribution of *Listeria monocytogenes* from broiler chickens in the Southeastern United States. *Journal of Food Protection*. 1989; 52 (3): 148–150. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-52.3.148>
64. Cooper G., Charlton B., Bickford A., Cardona C., Barton J., Chaning-Santiago S., Walker R. Listeriosis in California broiler chickens. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 1992; 4 (3): 343–345. <https://doi.org/10.1177/104063879200400322>
65. Avery S. M., Buncic S. Differences in pathogenicity for chick embryos and growth kinetics at 37 °C between clinical and meat isolates of *Listeria monocytogenes* previously stored at 4 °C. *International Journal of Food Microbiology*. 1997; 34 (3): 319–327. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(96\)01191-9](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(96)01191-9)
66. Rothrock M. J. Jr., Davis M. L., Locatelli A., Bodie A., McIntosh T. G., Donaldson J. R., Ricke S. C. *Listeria* occurrence in poultry flocks: Detection and potential implications. *Frontiers in Veterinary Science*. 2017; 4:125. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00125>
67. Ryser E. T. *Listeria*. In: *Foodborne Infections and Intoxications*. Ed. by J. Glenn Morris, D. J. Vugia. 5th ed. Academic Press; 2021; Chapter 11: 201–220. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819519-2.00028-1>

Поступила в редакцию / Received 03.06.2024

Поступила после рецензирования / Revised 11.09.2024

Принята к публикации / Accepted 10.10.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Шастин Павел Николаевич, канд. вет. наук, старший научный сотрудник лаборатории диагностики и контроля антибиотикорезистентности возбудителей наиболее клинически значимых инфекционных болезней животных ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-7360-927X>, shastin.pasha@yandex.ru

Pavel N. Shastin, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Senior Researcher, Laboratory for Diagnostics and Control of Antibiotic Resistance of Pathogens of the Most Clinically Significant Infectious Animal Diseases, Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-7360-927X>, shastin.pasha@yandex.ru

Вклад автора: Шастин П. Н. – проведение поисково-аналитической работы, подготовка и написание статьи.

Contribution: Shastin P. N. – conducting search and analysis, paper preparation and writing.