

УДК 578.5 + 616.316.5-002.1 : 578.831.1]. 07

DOI: 10.14427/jipai.2026.2.31

Генотипические особенности циркулирующих вирусов эпидемического паротита и этиологическая диагностика паротитно- вирусной инфекции в условиях массовой вакцинопрофилактики

П.В. Черкасова¹, М.А. Михеева¹, В.С. Худякова¹, Л.А. Алексеева¹, Т.В. Бессонова¹,
А.А. Вильниц^{1,2}, Ю.А. Эйсмонт¹, Н.В. Рогозина^{1,2}, М.К. Бехтерева^{1,2}, С.М. Харит^{1,2},
О.В. Голева^{1,2}

¹ ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства», Санкт-Петербург

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург

Genotypic features of circulating mumps viruses and etiological diagnosis of mumps virus infection in the context of mass vaccination

P.V. Cherkasova¹, M.A. Mikheeva¹, V.S. Hudyakova¹, L.A. Alekseeva¹, T.V. Bessonova¹,
A.A. Vilnits^{1,2}, Y.A. Eismont¹, N.V. Rogozina^{1,2}, M.K. Bekhtereva^{1,2}, S.M. Kharit^{1,2}, O.V. Goleva^{1,2}

¹ Federal Scientific and Clinical Center for Infectious Diseases of the Federal Medical and Biological Agency, Saint Petersburg, Russia

² Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

Аннотация

Обзор посвящён обобщению данных современных исследований об особенностях вируса эпидемического паротита и методах этиологической диагностики паротитно-вирусной инфекции в условиях массовой вакцинопрофилактики. Эпидемический паротит – острое вирусное повсеместно распространённое инфекционное заболевание, передаваемое воздушно-капельным путём, против которого на сегодняшний день не существует этиотропной терапии. Вопрос профилактики заболевания остаётся нерешённым, поскольку, несмотря на широкий охват вакцинацией, сохраняются группы риска инфицирования, особенно среди лиц молодого возраста, в связи со снижением защитного уровня нейтрализующих антител и/или перераспределением циркулирующих штаммов, что возможно требует пересмотра схемы иммунизации населения с учётом данных о циркуляции вируса. В нашей стране существуют ПЦР-методы, позволяющие надёжно диагностировать эпидемический паротит, однако особое значение приобретают тест-системы для диагностики штаммов паротита и эпидемиологического надзора с оценкой эффективности вакцинопрофилактики на современном этапе.

Ключевые слова

Вирус эпидемического паротита, генотипы вируса паротита, вакцинация, диагностика, эпидемиологические исследования.

Summary

The review summarizes current research on the mumps virus and methods for specific diagnosis of mumps virus infection in the context of mass vaccination. Mumps is an acute viral infection that occurs worldwide and spreads via respiratory droplets. Currently, there is no specific antiviral treatment that directly targets the virus. Preventing the disease remains a challenge. Despite high vaccination coverage, certain groups remain at risk of infection, particularly young people. This may be due to declining levels of protective neutralising antibodies and/or changes in the currently circulating virus strains. These factors suggest that existing immunisation schedules may need to be reviewed, taking up-to-date data on virus circulation into account. In Russia, PCR methods allow for reliable diagnosis of mumps. However, test systems capable of identifying specific mumps strains and supporting epidemiological surveillance, including assessment of vaccination programme effectiveness, are gaining particular importance.

Keywords

Mumps virus, mumps virus genotypes, vaccination, diagnosis, epidemiological studies.

Введение

Вакцинопрофилактика, с которой связано стабильное снижение смертности и заболеваемости инфекционными болезнями, является одним из величайших достижений современной медицины. Ярким примером может являться успех вакцинации против кори, когда в период с 2000 по 2018 год, по оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), во всём мире было предотвращено 23,2 миллиона смертей [1].

С момента получения лицензии на первую вакцину против вируса эпидемического паротита (ВЭП) прошло 50 лет. Несмотря на то, что с помощью вакцинации заболеваемость паротитом удалось взять под контроль, спорадические вспышки продолжают, в том числе они регистрируются и среди населения с высоким уровнем привитости [2]. В последние годы в развитых странах было зарегистрировано несколько крупных вспышек эпидемического паротита (ЭП). Так, например, в США, начиная с конца 2015 года, случаи массового заболевания были зарегистрированы первоначально в нескольких учебных заведениях, а к концу 2017 года по всей стране было зарегистрировано более 13 800 случаев [3]. В Европе в период с 2021 по 2022 год зарегистрированы вспышки заболевания преимущественно среди лиц в возрасте старше 10 лет [4,5]. Суммарно в мире каждый год регистрируется около 500 000 случаев инфицирования, при этом колебания заболеваемости отражают сложную эпидемиологическую картину, что может свидетельствовать об изменении характера передачи вируса и формирования иммунного ответа [6].

В Российской Федерации в 2019-2022 гг. было отмечено снижение заболеваемости, сменившееся в 2023-2024 гг. очередным циклическим подъёмом ЭП, развившимся на фоне сохраняющихся высоких показателей охвата вакцинацией и ревакцинацией населения. Более 59 % заболевших составили дети до 17 лет. Заболеваемость характеризовалась выраженной территориальной неравномерностью: 80,9% всех случаев пришлось на Республику Дагестан, где показатель достиг 70,57 на 100 тыс. населения. Эпидемический процесс поддерживался преимущественно за счёт непривитых и лиц с неизвестным прививочным анамнезом (81,99% случаев). Хотя большинство зарегистрированных случаев инфицирования было связано с определёнными географическими регионами и нарушением правил проведения профилактической вакцинации, однако растущее число зарегистрированных вспышек в мире среди достаточно вакцинированных сообществ

позволяет предположить, что ослабление иммунитета может быть важной причиной повторного возникновения болезней и сохраняющемся риске дальнейших подъёмов заболеваемости с развитием тяжёлых осложнений, которые чаще встречаются в старших возрастных группах [7]. Предполагается, что предупреждение роста заболеваний возможно только за счёт оптимальных стратегий вакцинации [1].

Изучение генетического разнообразия вируса эпидемического паротита в России в 2022-2023 гг. выявило принадлежность всех циркулирующих вирусов к двум генетическим группам: G1 и G2. В геногруппу G1 вошли девять штаммов, выделенных от больных ЭП из Республики Дагестан (n=8) и Ставропольского края (n=1). Геногруппа G2 представлена 16 штаммами, изолированными в Республике Дагестан (n=11), г. Новосибирске (n=3) и Москве (n=2) [8]. В свою очередь зарубежные источники также подчёркивают значимость мониторинга генетической изменчивости вирусов, её влияния на течение инфекции и диагностику заболевания в связи с подтверждёнными механизмами ухода вируса от вакцинального иммунного ответа [5,9].

В Российской Федерации для подтверждения диагноза ЭП традиционно используются ИФА тест-системы для определения уровня специфических противовирусных антител. В конце 2025 года отечественными производителями зарегистрирован ПЦР-метод определения РНК вируса паротита в биоматериалах пациента, однако в условиях роста заболеваемости паротитом и существования риска вакцинассоциированных случаев особое значение приобретают тесты, способные дифференцировать штаммы вируса, что дополнительно позволит осуществлять контроль за вирусной циркуляцией и оценивать эффективность вакцинопрофилактики на современном этапе.

Цель работы – обобщение данных современных исследований о циркулирующих генотипах вируса ЭП и методах этиологической диагностики в условиях массовой вакцинопрофилактики паротитно-вирусной инфекции.

Мировые данные о вспышках эпидемического паротита

За последние двадцать лет отмечается устойчивая тенденция к росту заболеваемости ВЭП в странах с высоким уровнем вакцинации (США, Канада, Южная Корея, Япония, Великобритания и другие европейские страны) [4,10–15]. Ежегодно во всём мире ВОЗ регистрирует около 500

000 случаев ЭП. Специалисты отмечают сложную мировую эпидемиологическую ситуацию и указывают на вероятные изменения модели заражения, а также стойкости поствакцинального иммунитета. Несмотря на широкие охваты вакцинацией, сведения о возникновении заболеваний ЭП вызывают настороженность с точки зрения формирования и сохранения протективного иммунитета [4,10,15].

Выделяется ряд основных факторов, влияющих на возникновение вспышек ЭП и их динамику, а именно: 1) уровень привитости; 2) сроки вакцинации; 3) ослабление поствакцинального иммунитета; 4) изменчивость циркулирующих вирусных штаммов и 5) изменения восприимчивых возрастных групп. Интересно отметить, что недавние вспышки продемонстрировали изменение возрастной группы риска. Так, с 1998 по 2003 год наиболее высокий уровень заболеваемости в Испании наблюдался среди детей 1-4 лет (71,7 случаев на 100 000 населения), в то время как в последующие периоды тенденция сместилась в сторону подросткового возраста и молодых взрослых. В дальнейшем, в периоды 2004-2009 и 2010-2014 годов, более высокие коэффициенты заболеваемости наблюдались среди лиц в возрасте 15-24 лет и взрослых в возрасте 25-34 лет [4].

Различия характера вспышек в зависимости от географического региона приведены в данных крупного систематического обзора. Так, в 2004-2009 и 2016-2020 годах более высокие показатели заболеваемости отмечались в Северной и Южной Америке (29,2%), а также в Восточном Средиземноморье (28,8%) по сравнению с Европой (7,6%) и Юго-Восточной Азией (9,6%). При этом большая часть случаев заболевания приходилась на лица, получившие две и более дозы вакцины MMR: 57,4% случаев наблюдались среди пациентов, получивших две дозы, а 21,3% пришёлся на лица, получившие три дозы. Среди непривитых лиц, напротив, наблюдалось всего 8,5% случаев; 6,4% среди получивших однократное введение вакцины [4]. Вероятно, низкий процент заболеваемости среди непривитых лиц объясняется действием коллективного иммунитета благодаря охватам вакцинопрофилактики. Случаи заболевания после однократного введения вакцины могут быть связаны со снижением поствакцинального иммунитета среди детей, не успевших достигнуть возраста ревакцинации, в результате чего сформировалось «окно уязвимости». Также возможна ситуация циркуляции вирусного штамма, не вошедшего в состав вакцины, что могло бы объ-

яснить в том числе и случаи заболеваемости среди лиц, получивших 3 дозы вакцины.

Аналогичные данные были получены при анализе эпидемиологической ситуации в других исследованиях. Например, в США, в штате Арканзас сообщается о 4975 случаях паротита за 2016 г., что в пересчёте составляет 78% от всех случаев, выявленных в стране на тот период. Частота заболеваемости составила 1,9 случая на 100 000 человек. Во время вспышки 73% случаев заражения пришлось на группы лиц, вакцинированных двумя и более дозами [11]. В тот же временной период (2016–2017 гг.) сообщалось о вспышке в штате Вашингтон, которая была обусловлена примерно 13 независимыми интродукциями вируса, преимущественно из Арканзаса. Биоинформатический анализ показал, что устойчивое распространение инфекции поддерживалось главным образом внутри Маршалльской общины, выходцами штата Арканзас, на которую пришлась основная доля случаев заражения. Большинство заболевших также были вакцинированы, а генетических различий между вирусами, инфицировавшими группы вакцинированных и невакцинированных лиц, выявлено не было [16].

Наиболее распространёнными осложнениями при заболевании ЭП считаются серозный менингит и орхит. Реже встречаются энцефалит, оофорит, потеря слуха и другие резидуальные последствия [4]. Известны случаи развития панкреатита после перенесённого в детстве ЭП и, как следствие, инсулинозависимого сахарного диабета; бесплодия после перенесённого двустороннего орхита [17]. Согласно данным российских исследователей из Санкт-Петербурга, известны случаи развития осложнений после проведения вакцинации против ВЭП, а именно таких, как серозный менингит. Авторы отмечают, что данное состояние развивалось в связи с формированием позднего иммунного ответа (синтез IgM-, IgG-антител в высоких титрах на 15-17 сутки), в то время как при неосложнённом вакцинальном процессе с вовлечением слюнных желёз, гуморальный ответ формируется быстро, с высокими концентрациями антител к 4-6 суткам, предотвращая тем самым генерализацию вируса [18].

Характеристика циркулирующих вирусов эпидемического паротита на современном этапе

Вирус эпидемического паротита – одноцепочечный РНК-вирус, относящийся к семейству парамиксовирусов. Геном ВЭП состоит из

15 384 нуклеотидов и кодирует 7 структурных белков: малый гидрофобный мембраноассоциированный белок SH, два поверхностных гликопротеина – фузионный белок слияния (F) и гематтглютинин-нейраминидаза (HN), а также четыре внутренних белка (нуклеокапсид – N; фосфопротеин-Р; матричный белок-М и полимеразный «большой» белок – L). Дополнительно вирус экспрессирует неструктурный белок V, участвующий в подавлении врождённых иммунных реакций клетки-хозяина. Согласно рекомендациям ВОЗ, для генотипирования ВЭП следует использовать данные сравнительного анализа нуклеотидных последовательностей гена *SH* выделенного штамма и референсного, либо определять нуклеотидную последовательность гена *HN* [19].

На данный момент известно о существовании 12 генотипов ВЭП (A-N), для каждого генотипа определено по 2 референсных штамма. Некоторые штаммы не представляется возможным отнести к какому-либо из известных генотипов. Такие генотипы считаются неклассифицированными, что указывает на незавершённость номенклатуры и возможность существования пока не описанных вариантов. В ходе исследований было установлено, что ранее классифицированные генотипы E и M достаточно эволюционно близки к генотипам C и K соответственно, что позволило попарно объединить эти группы [19]. Согласно информации из электронных баз данных, таких как NCBI GenBank и GISAID, в течение последних нескольких лет глобально распространены вирусные штаммы генотипов F и G, остальные представители выявляются в единичных случаях [19,20]. При этом в зарубежной литературе встречаются данные о циркуляции в большинстве регионов вирусных штаммов, отличающихся от тех, что включены в состав вакцин, что может способствовать развитию резистентности к существующим вакцинам [4]. Генотипы F, H и I более распространены в Восточной Азии, а генотипы C, D, H и J встречаются чаще по всему Западному полушарию [21]. На данный момент штаммы генотипа G являются наиболее распространёнными. Впервые генотип был выделен в 1986 г. в Индии. В период 2017-2020 гг., со штаммами данного генотипа были ассоциированы вспышки ЭП в США, Канаде, Нидерландах, Норвегии и Швеции [19].

Согласно данным исследования, проведённого в 2022-2025 гг., на территории Российской Федерации циркулируют штаммы, относящиеся к генотипам C, N и G. Исследования проводились

на основе 277 клинических образцов, полученных из 26 регионов, а также городов Москва и Санкт-Петербург. Генотипы C, N встречались достаточно редко и носили эпизодический характер, в то время как G превалировал во всех регионах. За период наблюдений доминировали случаи заражения на территории Северо-Кавказского федерального округа, а именно в Республике Дагестан, что составило 80% от всех случаев заражения в округе. Также на Дагестан пришлось большая часть случаев заболевания (65,3%) по сравнению с остальными субъектами, вошедшими в исследование, где на большинстве территорий страны регистрировались единичные случаи заболевания [20]. Другое исследование этой же научной группы за 2022-2023 гг. показало, что в Республике Дагестан, Ставропольском крае, г. Москве и г. Новосибирске циркулируют штаммы, принадлежащие к обеим группам генотипа (G1, G2) [8].

По литературным данным, штаммы генотипа N реже ассоциированы со случаями недавней вакцинации. Также сообщается о циркуляции данного генотипа в Беларуси, Индии, Бразилии, Испании и Канаде [19]. Генотип C выявляется редко, часто встречался в 2000-х годах. В последние годы вспышки, связанные с этим генотипом, зарегистрированы в Индии, в остальных странах штаммы данного генотипа выделяются редко [20].

Данные по России согласуются с опытом зарубежных коллег. Например, установлено, что на территории США также доминируют штаммы, относящиеся к генотипу G. Данные были получены в разгар вспышек с 2013 по 2019 год. В результате удалось генотипировать 758 образцов методом ПЦР в режиме реального времени (РТ-ПЦР) и метагеномного секвенирования. Генотип G был идентифицирован в 98% случаев [22]. Сообщается о циркуляции генотипов D, G и H в Уганде, где штаммы генотипа G превалировали во время вспышки в Замбии 2022-2023 гг. Известно о циркуляции этих же генотипов в Индии, Китае, Испании и США [23].

Генетическая эволюция вируса паротита, в частности появление и преобладание штаммов генотипа G, вызвала опасения по поводу эффективности существующих вакцин, полученных из штамма Джерил Линн (генотип A). Хотя вакцина на основе штамма Джерил Линн значительно снизила заболеваемость паротитом, недавние вспышки в высоко вакцинированных популяциях предполагают, что антигенные различия между вакцинными и циркулирующими

штаммами могут влиять на поствакцинальный иммунитет. Исследования выявили вариации аминокислот в ключевых антигенных участках, таких как белок гемагглютинин-нейраминидаза (HN), между штаммами генотипа А и генотипа G, потенциально влияющих на специфичность нейтрализующих антител. В Нидерландах были задокументированы вспышки, преимущественно вызванные генотипом G, среди вакцинированных лиц, что указывает на возможное ускользание от иммунного ответа из-за этих антигенных различий [4].

Диагностика эпидемического паротита

Лабораторные исследования призваны помочь в постановке диагноза, позволяя дифференцировать ЭП от паротитов неинфекционной и другой инфекционной этиологии, таких как: вирусы парагриппа типов 1 и 3, вирус Эпштейна-Барр, вирус гриппа А, вирус Коксаки А, эховирус и другие. В настоящее время доступны коммерческие наборы для проведения ИФА с целью выявления в сыворотке крови специфичных к ВЭП антител. У инфицированных невакцинированных пациентов уровень IgM-антител можно определить в течение первых дней болезни. Пик уровня антител достигается к 1-2 неделям, а затем снижается на 4-8-й неделе, но при этом может всё ещё оставаться повышенным в течение последующих нескольких недель или месяцев. В случаях заражения ранее вакцинированных лиц IgM часто не удаётся обнаружить. Согласно ранее проведённым исследованиям, посвящённым сравнению методик выявления IgM-антител, наиболее чувствительный тест смог зафиксировать наличие антител лишь в 50% случаев [24]. Помимо прочего, стоит учесть, что ранняя серологическая диагностика часто основывается на обнаружении антител IgM к ВЭП, которые могут отсутствовать в первые 10 дней болезни [25]. Также для непривитых лиц характерно изменение уровня IgG-антител, который быстро повышается после появления первых симптомов и достигает пика примерно через 2-3 недели. Стандартизированных уровней/концентраций иммуноглобулинов класса G, которые могли бы выступать в качестве однозначного маркера защиты против инфекции, в настоящее время не существует. По этой причине положительный результат уровня IgG-антител не всегда может свидетельствовать о наличии иммунитета, при этом отрицательный результат позволяет судить об отсутствии иммунной защиты. Хотя метод ИФА часто используется для серологического

тестирования на наличие IgG-антител, он не позволяет оценить степень защиты организма от инфицирования ВЭП, в связи с чем дополнительное применение ПЦР-диагностики может являться более информативным и обладает большей чувствительностью при обнаружении инфекции, чем серологические исследования [24]. Данный вывод согласуется с результатами другой научной работы, в ходе которой сравнивались различные методы диагностики, где процент положительных находок при использовании ПЦР-теста (мазки из ротовой полости) составил 90% по сравнению с 43% для ИФА на IgM и ПЦР-теста мочи [26]. Согласно другим результатам нескольких коллективов авторов, процент положительных находок при использовании ПЦР выше среди иммунизированных пациентов, а также получивших только одну дозу вакцины по сравнению с лицами, привитыми дважды. При этом при проведении РТ-ПЦР на основе таргетного гена нуклеопротеина (N) метод оказывается чувствительнее, чем в случаях постановки реакции с использованием праймеров гена короткого гидрофобного белка (SH), так как уровень экспрессии мРНК гена N выше, чем SH [24].

Помимо выбора метода диагностики ЭП, также важно учитывать время сбора биоматериала, что является важным дополнительным фактором для подтверждения инфекции у вакцинированных лиц. Так, в исследовании, посвящённом сравнению чувствительности методик ИФА и РТ-ПЦР, на образцах, полученных от пациентов с диагнозом ЭП (две дозы вакцины против кори, паротита и краснухи в анамнезе), чувствительность тестов ИФА (IgM-антитела) была выше, если образцы сыворотки собирались через 3 дня и более с момента начала симптомов, в то время как чувствительность обнаружения РНК с помощью ПЦР (мазки из ротовой полости) снижалась в случаях забора биоматериала позже 2 дней после начала заболевания [27].

Систематизация данных и сравнительный анализ вакцинных препаратов

Специфических противовирусных препаратов против ВЭП не существует, проводится лишь симптоматическое лечение, а иммуноглобулины обладают слабой защитной эффективностью [28]. Для уменьшения социальных и экономических проблем, связанных с заболеваемостью ЭП, были разработаны вакцины [15]. Впервые вакцина против ВЭП была разработана Морисом Хилле-

маном и одобрена в 1967 году. Морис Хиллеман выделил вирус от своей 5-летней дочери Джерил Линн, в честь которой был назван вакцинный штамм, используемый до сих пор.

В Европе и в Северной Америке в основном используются комплексные вакцины MMR (компания MSD) и Приорикс (GSK), а также 4-х компонентные вакцины тех же производителей для профилактики кори, паротита, краснухи и ветряной оспы. Вакцина MMR включает штамм Jeryl Lynn (изоляты JL-2 и JL-5) [29]. Однако до сих пор профилактика ЭП остаётся несовершенной, так как описаны случаи развития вспышек среди полностью вакцинированного населения. Этот факт указывает на необходимость мониторинга причин развития ЭП с проведением дифференциальной диагностики на выявление вакцинных штаммов вируса [22,30]. Например, коллектив авторов Barrabeig et al. приводит данные о 289 лабораторно подтверждённых случаях заболевания среди вакцинированных, из которых 33,5% (97) получили одну дозу вакцины MMR, а 50% (145) – две дозы. Результаты исследования демонстрируют широкое распространение генотипа G среди вакцинированного населения. Исследователи отмечают, что большинство случаев заболевания наблюдалось у пациентов, получивших две дозы вакцины MMR, что свидетельствует о недостаточной эффективности вакцинного штамма Jeryl Lynn и/или недостаточном уровне перекрёстного иммунитета против штаммов генотипа G [30], так как антигенные различия между вакцинными штаммами и штаммами, вызывающими вспышки паротита, также могут способствовать снижению эффективности вакцины [31].

Наиболее широко применяемые штаммы Jeryl Lynn и RIT 4385 (Приорикс, Приорикс-Тетра (Бельгия)), относящиеся к генотипу А, в основном характеризуются благоприятным профилем безопасности и низкой частотой серьёзных поствакцинальных осложнений, однако в ряде исследований показано, что их иммуногенность может быть ниже по сравнению с альтернативными штаммами. В частности, штаммы Urabe Am9 и Leningrad-Zagreb демонстрируют более выраженный иммунный ответ [32].

Изолят штамма Leningrad-Zagreb получен в 1953 г. в СССР. Штамм относится к генотипу N и входит в состав живой аттенуированной вакцины против кори, паротита и краснухи (Индия). Однако многочисленные исследования связывают вакцинный штамм паротита Leningrad-Zagreb с развитием асептического менингита.

В связи с этим компания Zydus Lifesciences разработала вакцину Zyvac MMR, содержащую штамм паротита Хосино, одобренный ВОЗ и способный индуцировать продукцию интерферона-γ. При этом серологические данные показали, что после однократного введения MMR у пациентов выявляются IgM-антитела (100%), тогда как защитные IgG отсутствуют в большинстве случаев (85%), что указывает на недостаточную стойкость иммунитета и необходимость введения второй или третьей дозы вакцины [32]. Кроме того, известны случаи, подтверждённые эпидемиологическими, серологическими и молекулярно-генетическими методами горизонтальной передачи Leningrad-Zagreb [33]. В рандомизированном исследовании также показано, что вакцины MMR чаще ассоциированы с паротитом, лимфаденопатией и редкими случаями асептического менингита по сравнению с альтернативными вакцинами [34].

Штамм Urabe Am9 генотипа В был получен в 1967 г. в Японии. Использование Urabe Am9 ассоциировано с повышенным риском развития асептического менингита, что привело к его исключению из программ массовой вакцинации в ряде стран. Таким образом, выбор вакцинного штамма отражает компромисс между уровнем индуцируемого иммунитета и допустимым риском нежелательных реакций [2,19,35,36].

На основе штамма Leningrad-3 (генотип N) производятся отечественные противопаротитные вакцины (моновакцина паротитная, вакцина паротитно-коревая, вакцина Вактривир). На данный момент в Российской Федерации зарегистрировано 7 различных вакцинных препаратов против ЭП [19]. Доступные в мире вакцины эффективны, но защита, которую они обеспечивают, со временем ослабевает [37]. Несмотря на формирование гуморального и клеточного иммунного ответа, постинфекционный и поствакцинальный уровень иммунитета не всегда является достаточным, что допускает повторное инфицирование и передачу вируса [38]. Например, согласно данным учёных из США, введение третьей дозы вакцины MMR привело к значительному повышению титров антител против вируса, содержащегося в вакцине Jeryl Lynn. Однако только 52,5% участников с низкими или отрицательными исходными титрами сохранили высокие титры через 1 год после третьей дозы MMR. Через 12 месяцев титры были такими же, как и до введения третьей дозы [39].

На данный момент в большинстве стран применяется схема вакцинации двумя дозами.

Первую дозу обычно вводят в возрасте 12-18 месяцев. Вторую дозу вводят как минимум через месяц после первой. Большинство детей получают вторую дозу к моменту поступления в школу [5,39]. Использование бустерных доз вероятно может помочь в борьбе со вспышками заболевания [40], но неясно, смогут ли они их предотвратить. Так, хорватскими исследователями была протестирована нейтрализующая эффективность сывороток морских свинок, иммунизированных тремя вакцинными штаммами: Leningrad-Zagreb, Urabe AM9 и JL-5. Эффективность оценивалась против семи штаммов: трёх вакцинных штаммов и четырёх штаммов дикого типа, полученных во время локальных вспышек в Хорватии в 1998-2011 гг. (два генотипа G, один генотип C, один генотип D). Все сыворотки нейтрализовали все штаммы, но с разной степенью эффективности. Нейтрализующая эффективность сывороток снижалась в несколько раз в зависимости от времени выделения вирусов. Исследователи считают, что антигенная дивергенция от вакцинных штаммов, снижающая нейтрализующую способность антител, опосредована не принадлежностью вирусных штаммов к определённому генотипу, а постепенной эволюцией самого вируса. Это согласуется с находкой исследователей, выявленной при выравнивании аминокислотных последовательностей, а именно трёх новых регионов (113-130, 375-403 и 440-443), потенциально влияющих на способность избежать нейтрализации противовирусными специфическими антителами [36].

Заключение

Эпидемический паротит, или «свинка» – острое вирусное заболевание, передаваемое воздушно-капельным путём. Заболевание ассоциировано с вирусом эпидемического паротита и сопровождается интоксикацией, характеризуется поражением железистых органов (преимущественно слюнные железы), а также центральной нервной системы. ЭП имеет широкое повсеместное распространение, периодически регистрируются вспышки заболеваемости. Наиболее часто встречающимися являются штаммы генотипа G. Специфических лекарственных противовирусных препаратов против ВЭП не существует, по причине чего вакцинация является крайне актуальной и эффективной мерой профилактики. На данный момент в Российской Федерации зарегистрировано 7 вакцин, в состав которых входят вирусные штаммы генотипов А и N. Как в России, так и в большинстве стран

вакцинация обычно происходит в 2 этапа: в возрасте 12-18 месяцев и перед поступлением ребёнка в школу. Однако данные многочисленных исследований показывают, что со временем поствакцинальный иммунитет ослабевает. В результате, несмотря на широкие охваты вакцинации, многие попадают в группу риска заражения вирусом, особенно подростки и молодые взрослые. Также описаны случаи горизонтальной передачи некоторых вакцинных штаммов. Вероятно, применение бустерных доз будет способствовать снижению заболеваемости, однако остаётся неясным, смогут ли они их предотвратить, поскольку вирус с естественным течением времени продолжает претерпевать различные эволюционные изменения в структуре своего генома. Таким образом, для более эффективных мер профилактики заболеваемости ЭП возможно стоит пересмотреть схему иммунизации населения, а также разработать новую вакцину с учётом данных о циркуляции господствующих вирусных штаммов, возможности новых вакцинных штаммов к горизонтальной передаче, а также способности формирования перекрёстного иммунного ответа против остальных штаммов.

В России для дифференциальной диагностики и уточнения диагноза развившихся заболеваний с клиникой паротита разработаны коммерческие тест-системы на основе иммуноферментного анализа. У ранее привитых результаты серологических исследований могут оказаться неинформативными, поэтому в дополнение к ИФА необходимо использовать ПЦР диагностику. В нашей стране зарегистрирован ПЦР-метод определения РНК вируса паротита в биоматериалах пациента, позволяющий надёжно диагностировать вирус ЭП в слюне пациента, однако в условиях роста заболеваемости паротитом и существования риска вакцинассоциированных случаев особое значение приобретают тесты, способные дифференцировать штаммы вируса, что дополнительно позволит осуществлять эпидемиологический надзор за вирусной циркуляцией и оценивать эффективность вакцинопрофилактики на современном этапе.

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Литература

1. Yang L, Grenfell BT, Mina MJ. Waning immunity and re-emergence of measles and mumps in the vaccine era. *Curr Opin Virol.* 2020;40:48–54. doi:10.1016/j.coviro.2020.05.009.
2. Almansour I. Mumps Vaccines: Current Challenges and Future Prospects. *Front Microbiol.* 2020;11:1999. doi:10.3389/fmicb.2020.01999.
3. McNall RJ, Wharton AK, Anderson R, et al. Genetic characterization of mumps viruses associated with the resurgence of mumps in the United States: 2015–2017. *Virus Res.* 2020;281:197935. doi:10.1016/j.virusres.2020.197935.
4. Agrawal R, Rehman T, Sinha D, et al. Epidemiological trends and determinants of mumps outbreaks: a systematic review and meta-analysis. *Front Public Health.* 2025;13:1711759. doi:10.3389/fpubh.2025.1711759.
5. Su SB, Chang HL, Chen KT. Current Status of Mumps Virus Infection: Epidemiology, Pathogenesis, and Vaccine. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(5):1686. doi:10.3390/ijerph17051686.
6. Mumps is rising in some nations — but a fresh dose of vaccine might help. *Nature.* 2024;634(8035):757–757. doi:10.1038/d41586-024-03352-y.
7. Beleni AI, Borgmann S. Mumps in the Vaccination Age: Global Epidemiology and the Situation in Germany. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(8):1618. doi:10.3390/ijerph15081618.
8. Rubalskaia TS, Erokhov DV, Tsvirkun OV, Mizaeva IE, Turaeva NV, Tikhonova NT. Genetic Diversity of Mumps Virus in Russian Federation. *Epidemiol Vaccinal Prev.* 2025;24(1):10–17. doi:10.31631/2073-3046-2025-24-1-10-17.
9. Dilcher M, Barratt K, Douglas J, et al. Monitoring Viral Genetic Variation as a Tool To Improve Molecular Diagnostics for Mumps Virus. *Tang YW, ed. J Clin Microbiol.* 2018;56(10):e00405–18. doi:10.1128/JCM.00405-18.
10. Gokhale DV, Brett TS, He B, et al. Disentangling the causes of mumps reemergence in the United States. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2023;120(3):e2207595120. doi:10.1073/pnas.2207595120.
11. Alkam D, Jenjaroenpun P, Wongsurawat T, et al. Genomic characterization of mumps viruses from a large-scale mumps outbreak in Arkansas, 2016. *Infect Genet Evol.* 2019;75:103965. doi:10.1016/j.meegid.2019.103965.
12. Kuba Y, Kyan H, Arakaki E, et al. Molecular Epidemiological Study of Mumps Epidemics of 2015 in Okinawa, Japan. *Jpn J Infect Dis.* 2017;70(3):329–332. doi:10.7883/yoken.JJID.2016.390.
13. Haywood B, Patel M, Hurday S, et al. Comparison of automated chemiluminescence immunoassays with capture enzyme immunoassays for the detection of measles and mumps IgM antibodies in serum. *J Virol Methods.* 2014;196:15–17. doi:10.1016/j.jviromet.2013.10.027.
14. Limberková R, Lexová P. Genotyping results, laboratory diagnosis, and epidemiology of the mumps virus circulating in the Czech Republic in 2012. *Epidemiol Mikrobiol Imunol Cas Spolecnosti Epidemiol Mikrobiol Ceske Lek Spolecnosti JE Purkyne.* 2014;63(1):36–42.
15. Principi N, Esposito S. Mumps outbreaks: A problem in need of solutions. *J Infect.* 2018;76(6):503–506. doi:10.1016/j.jinf.2018.03.002.
16. Lau RK, Turner MD. Viral mumps: Increasing occurrences in the vaccinated population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2019;128(4):386–392. doi:10.1016/j.oooo.2019.06.012.
17. Kontarova EO, Juminova NV, Borisova TK, et al. Modern status of vaccine prophylaxis of mumps. *Russ J Infect Immun.* 2014;1(1):77–80. doi:10.15789/2220-7619-2011-1-77-80.
18. Голева О.В., Харит С.М., Черняева Т.В., и др. Вирусологическая характеристика серозных менингитов у детей, иммунизированных вакциной против эпидемического паротита. *Вопросы вирусологии.* 2004;49(№5):28–32.
19. Chekhlyaeva TS, Erokhov DV, Andrievskaya IYu, et al. Genetic diversity of the mumps viruses (Paramyxoviridae: Orthorubulavirus: Mumps orthorubulavirus): an overview. *Probl Virol.* 2022;67(2):95–106. doi:10.36233/0507-4088-98.
20. Mizaeva I.E., Urban Yu.N., Zherdeva P.E., et al. Characteristics of circulating mumps virus genotypes in the Russian Federation in 2022–2025. *Epidemiol Infect Dis.* 2025;30(4). doi:10.51620/3034-1981-2025-30-4-293-296.
21. Risalvato J. Mumps Virus: Replication, Immune Response, and the Changing Landscape of Vaccine Effectiveness. *Pathogens.* 2026;15(1):72. doi:10.3390/pathogens15010072.
22. Bryant P, Caldwell H, Lamson DM, et al. Streamlined Whole-Genome Sequencing of Mumps Virus for High-Resolution Outbreak Analysis. *Tang YW, ed. J Clin Microbiol.* 2022;60(1):e00841–21. doi:10.1128/JCM.00841-21.
23. Tushabe P, Turyahabwe I, Bukenya H, et al. Molecular characterization of mumps viruses from the 2022–2023 outbreak reveals circulation of multiple genotypes in Uganda. *Virol J.* 2026;23(1):43. doi:10.1186/s12985-026-03073-w.
24. Lam E, Rosen JB, Zucker JR. Mumps: an Update on Outbreaks, Vaccine Efficacy, and Genomic Diversity. *Clin Microbiol Rev.* 2020;33(2):e00151–19. doi:10.1128/CMR.00151-19.
25. Krause CH, Eastick K, Ogilvie MM. Real-time PCR for mumps diagnosis on clinical specimens—Comparison with results of conventional methods of virus detection and nested PCR. *J Clin Virol.* 2006;37(3):184–189. doi:10.1016/j.jcv.2006.07.009.
26. Nunn A, Masud S, Krajden M, Naus M, Jassem AN. Diagnostic Yield of Laboratory Methods and Value of Viral Genotyping during an Outbreak of Mumps in a Partially Vaccinated Population in British Columbia, Canada. *Tang YW, ed. J Clin Microbiol.* 2018;56(5):e01954–17. doi:10.1128/JCM.01954-17.
27. Rota JS, Rosen JB, Doll MK, et al. Comparison of the Sensitivity of Laboratory Diagnostic Methods from a Well-Characterized Outbreak of Mumps in New York City in 2009. *Clin Vaccine Immunol.* 2013;20(3):391–396. doi:10.1128/CVI.00660-12.
28. World Health Organization (WHO). Mumps vaccines. *Wkly Epidemiol Rec.* 2024;99(11):115–134.
29. Allwinn R, Zeidler B, Steinhagen K, et al. Assessment of mumps virus-specific antibodies by different serological assays: which test correlates best with mumps immunity? *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* 2011;30(10):1223–1228. doi:10.1007/s10096-011-1216-z.
30. Barrabeig I, Antón A, Torner N, et al. Mumps: MMR vaccination and genetic diversity of mumps virus, 2007–2011 in Catalonia, Spain. *BMC Infect Dis.* 2019;19(1):954. doi:10.1186/s12879-019-4496-z.
31. Kaaijk P, Emmelot ME, Kerkhof J, et al. Genetic Analysis Reveals Differences in CD8+ T Cell Epitope Regions That May Impact Cross-Reactivity of Vaccine-Induced T Cells against Wild-Type Mumps Viruses. *Vaccines.* 2021;9(7):699. doi:10.3390/vaccines9070699.
32. Shah N, Ghosh A, Kumar K, et al. A review of safety and immunogenicity of a novel measles, mumps, rubella (MMR) vaccine. *Hum Vaccines Immunother.* 2024;20(1):2302685. doi:10.1080/21645515.2024.2302685.
33. Atrasheuskaya A, Kulak M, Fisenko EG, et al. Horizontal transmission of the Leningrad-Zagreb mumps vaccine strain: A report of six symptomatic cases of parotitis and one case of meningitis. *Vaccine.* 2012;30(36):5324–5326. doi:10.1016/j.vaccine.2012.06.055.
34. Santos BAD, Ranieri TS, Bercini M, et al. An evaluation of the adverse reaction potential of three measles-mumps-rubella combination vaccines. *Rev Panam Salud Pública.* 2002;12(4). doi:10.1590/S1020-49892002001000004.
35. Singh R, Shamim S, Ali S, et al. A Global Public Health Review of the Mumps Virus: Epidemiology, Pathogenesis, and

Advances in Vaccination. Anti-Infect Agents. 2025;24. doi:10.2174/0122113525412555250922164155.

36. Šantak M, Lang-Balija M, Ivancic-Jelecki J, et al. Antigenic differences between vaccine and circulating wild-type mumps viruses decreases neutralization capacity of vaccine-induced antibodies. *Epidemiol Infect.* 2013;141(6):1298-1309. doi:10.1017/S0950268812001896.

37. Limberková R, Smíšková D, Havlíčková M, et al. The benefit from mumps virus IgG antibody avidity testing in the population with high vaccine coverage in the context of other serological methods for laboratory diagnosis of mumps and the current epidemiological. *Epidemiol Mikrobiol Imunol Cas Spolecnosti*

Epidemiol Mikrobiol Ceske Lek Spolecnosti JE Purkyne. 2016;65(1):39-44.

38. Won H, Kim AR, Yoo JS, et al. Cross-neutralization between vaccine and circulating wild-type mumps viruses in Korea. *Vaccine.* 2021;39(13):1870-1876. doi:10.1016/j.vaccine.2021.01.039.

39. Fiebelkorn AP, Coleman LA, Belongia EA, et al. Mumps Antibody Response in Young Adults After a Third Dose of Measles-Mumps-Rubella Vaccine. *Open Forum Infect Dis.* 2014;1(3):ofu094. doi:10.1093/ofid/ofu094.

40. Romanova LV, Lobzin YuV, Kharit SM, et al. Population immunity to measles, rubella, and mumps viruses. *J Infectology.* 2025;17(4):107-114. doi:10.22625/2072-6732-2025-17-4-107-114.

Сведения об авторах

Черкасова П.В. — м.н.с. НИО экспериментальной медицинской вирусологии, молекулярной генетики и биобанкинга ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства», г. Санкт-Петербург. ORCID: 0009-0001-5154-2315; AuthorID РИНЦ: 1275891.

Михеева М.А. — аспирант НИО экспериментальной медицинской вирусологии, молекулярной генетики и биобанкинга ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства», г. Санкт-Петербург. ORCID: 0009-0007-3809-6406.

Худякова В.С. — аспирант НИО вакцинопрофилактики и поствакцинальной патологии ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства», г. Санкт-Петербург. ORCID: 0009-0002-9537-1543.

Алексеева Л.А. — доктор биологических наук, заведующий НИО клинической лабораторной диагностики ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства» г. Санкт-Петербург. ORCID: 0000-0002-7594-1978. AuthorID: 257480.

Бессонова Т.В. — н. с. НИО клинической лабораторной диагностики ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства» г. Санкт-Петербург. ORCID: 0000-0002-9690-0729. AuthorID: 623395.

Вильниц А.А. — д.м.н., ведущий н.с. НИО вакцинопрофилактики и поствакцинальной патологии ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства», доцент кафедры инфекционных заболеваний у детей ФП и ДПО ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург. ORCID: 0000-0001-7965-7002 AuthorID: 288273.

Эйсмонт Ю.А. — к.б.н., с.н.с. НИО экспериментальной медицинской вирусологии, молекулярной генетики и биобанкинга ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства», г. Санкт-Петербург. ORCID: 0000-0002-4828-8053. AuthorID: 486384.

Рогозина Н.В. — к.м.н., с.н.с. НИО врожденных инфекционных заболеваний ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства»; доцент кафедры инфекционных заболеваний у детей ФП и ДПО ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0968-6291>. AuthorID РИНЦ: 623702.

Бехтерева М.К. — к.м.н., с.н.с. НИО кишечных инфекций ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства», г. Санкт-Петербург. ORCID: 0000-0003-2923-1630. AuthorID РИНЦ: 535840.

Харит С.М. — д.м.н., руководитель НИО вакцинопрофилактики и поствакцинальной патологии ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства», г. Санкт-Петербург; профессор кафедры инфекционных заболеваний у детей ФП и ДПО ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург. ORCID: 0000-0002-2371-2460. AuthorID РИНЦ: 184954.

Голева О.В. — к.б.н., с.н.с. НИО экспериментальной медицинской вирусологии, молекулярной генетики и биобанкинга ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства», г. Санкт-Петербург; доцент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID: 0000-0003-3285-9699. AuthorID: 299002.

Поступила 13.03.2026.