

Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии Научно-исследовательский институт антимикробной химиотерапии ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России

Учредители:

Синопальников А.И.; Пискунов Г.Г.; Козлов Р.С.; Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии (МАКМАХ)

Главный редактор:
Синопальников А.И.

Адрес редакции:

214019, Смоленская обл., г. Смоленск, ул. Кирова, д. 46А
Эл. почта: info@cmac-journal.ru

Адрес для корреспонденции:
214019, г. Смоленск, а/я 5.
Тел./факс: +7(4812)45-06-02

Издатель МАКМАХ:

214019, г. Смоленск, ул. Кирова 46А. www.iacsmac.ru

Адрес типографии:

214020, Россия, г. Смоленск, ул. Смольянинова, д. 1

Электронная версия журнала:

https://cmac-journal.ru

Подписка на сайте издателя:

https://service.iacsmac.ru

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Запись в реестре зарегистрированных СМИ: ПИ № ФС 77 – 86269 от 27.11.2023

Не распространяется через предприятия связи
Тираж 3000 экз.

Свободная цена

Дата выхода – 00.00.2025

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Присланные в редакцию статьи проходят рецензирование

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов публикуемых материалов

Ответственность за достоверность рекламных публикаций несут рекламодатели

При перепечатке ссылка на журнал обязательна

Журнал является научным изданием для врачей, в связи с чем на него не распространяются требования Федерального закона от 29.12.2010 №436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»

Иллюстрация для обложки предоставлена: Ольга Николаевна Пинегина (Микробиологическая лаборатория ЕКДЛ SmartLab АО «Группа компаний «МЕДСИ»)

© Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия, 2025.

Содержание

Болезни и возбудители

- Козлова И.В., Носов Н.Ю., Юнакова И.В., Плахова К.И., Кубанов А.А.
268 Генетическое разнообразие *Chlamydia trachomatis* на территории России
- Лебедева Е.О., Давтян Л.А., Кузнецова И.К., Шутов М.В., Рачина С.А.
275 Респираторно-синцитиальный вирус у взрослых: особенности течения и инновационные методы профилактики
- Ларин Е.С., Рачина С.А., Федина Л.В., Зайналабидова Х.Г., Агеевец В.А., Сидоренко С.В., Авдеева А.А., Савочкина Ю.А.
289 Инфекции, вызванные гипервирулентными изолятами *Klebsiella pneumoniae*: актуальность проблемы
- Арбузова Н.В., Шпилева М.В., Катунин Г.Л., Носов Н.Ю.
304 Протеомика *Treponema pallidum*: перспективы улучшения серологической диагностики сифилиса
- Кожушная О.С., Воропаев А.Д., Левин П.А., Новичкова Г.А., Солопова Г.Г.
309 Анализ мутаций резистентности цитомегаловируса и клинических особенностей течения ЦМВ-инфекции у иммунокомпрометированных детей

Антимикробные препараты

- Тапальский Д.В., Карпова Е.В., Симончик М.В., Пыж А.Э., Голикова М.В.
317 Сравнительная активность меропенема и биапенема и их комбинаций с колистином в отношении грамотрицательных микроорганизмов-продуцентов карбапенемаз различных групп
- Арепьева М.А., Кузьменков А.Ю., Старостенков А.А., Колбин А.С., Балыкина Ю.Е., Гомон Ю.М., Курьев А.А., Козлов Р.С.
330 Интегрированная система мониторинга потребления антимикробных препаратов и прогнозирования резистентности на основе динамических моделей

Антибиотикорезистентность

- Припутневич Т.В., Нечаева О.В., Бембеева Б.О., Гордеев А.Б., Кузнецова В.А., Скоробогатый А.В., Изюмов Р.В.
342 Изучение антибиотикорезистентности гипервирулентных штаммов *Klebsiella pneumoniae*, выделенных у пациентов перинатальных центров различных регионов Российской Федерации
- Фёдорова А.В., Хрульнова С.А., Фролова И.Н., Ветохина А.В., Молчанова И.В., Куцевалова О.Ю., Клясова Г.А.
359 Ванкомицинорезистентные *Enterococcus faecium* в гематологии: чувствительность к антимикробным препаратам и клональное разнообразие
- Гульятеева Н.А., Виноградова А.Г., Колесникова И.В., Рыжова К.А., Шелковникова О.В.
369 Опыт создания замкнутого цифрового контура для обеспечения непрерывного мониторинга антимикробной резистентности на основе валидированных результатов микробиологической диагностики

Опыт работы

- Рачеева Ю.В., Эйдельштейн И.А., Пунин А.А., Ветлицына О.В., Ашакевич Т.П., Романов А.В., Козлов Р.С.
390 Распространенность *Mycoplasma pneumoniae* и *Chlamydia pneumoniae* у пациентов с обострением ХОБЛ в осенне-зимний период 2022–2023 гг. в Смоленской области
- Любимова Л.В., Павлова С.И., Любимов Е.А., Микишанина Е.А.
395 Динамика антибиотикорезистентности возбудителей перипротезной инфекции крупных суставов до и после пандемии COVID-19
- Казюлина А.А., Грачева А.Н., Токаев Т.К., Синецын М.В., Елисеев П.И., Тюлькова Т.Е., Загоскин Ю.Д., Григорьев Т.Е., Васильева И.А.
406 Оценка бактерицидного действия объемных пористых композиционных материалов, импрегнированных серебром, на *Mycobacterium tuberculosis*
- Данилов Д.И., Савочкина Ю.А., Эйдельштейн И.А., Адешкина Н.И., Олейник О.Н., Гордукова М.А., Шипулин Г.А.
417 Выявление устойчивых к макролидам *Mycoplasma pneumoniae* с помощью быстрых молекулярно-генетических методов: разработка и валидация диагностического ПЦР-теста

Респираторно-синцитиальный вирус у взрослых: особенности течения и инновационные методы профилактики

Лебедева Е.О.¹, Давтян Л.А.¹, Кузнецова И.К.², Шутов М.В.³, Рачина С.А.¹

¹ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Россия

² ГУНУ «Факультет фундаментальной медицины Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия

³ ГБУЗ «Городская поликлиника № 64 Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

Контактный адрес:

Елена Олеговна Лебедева
Эл. почта: dr_lebedeva@bk.ru

Ключевые слова: респираторные заболевания, инфекции нижних дыхательных путей, респираторно-синцитиальный вирус, взрослые, эпидемиология.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

В статье проанализированы эпидемиологические, патогенетические и клинические особенности респираторно-синцитиальной вирусной (РСВ) инфекции у взрослых. Представлен обзор современной литературы, посвященной медицинскому и социально-экономическому бремени РСВ в различных регионах мира, актуальным методам диагностики, лечения РСВ-ассоциированных заболеваний, методам неспецифической и специфической профилактики (в частности, проанализированы результаты исследований эффективности и безопасности вакцин против РСВ). С учетом появления перспективных методов профилактики возрастает значимость эпидемиологического мониторинга заболеваемости РСВ на территории Российской Федерации среди взрослых с целью более эффективной защиты уязвимых групп населения и снижения нагрузки на систему здравоохранения.

Review

Respiratory syncytial virus in adults: clinical features and innovative prophylaxis methods

Lebedeva E.O.¹, Davtian L.A.¹, Kuznetsova I.K.², Shutov M.V.³, Rachina S.A.¹

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

² Faculty of Medicine, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³ City Outpatient Clinic No. 64, Moscow, Russia

Contacts:

Elena O. Lebedeva
E-mail: dr_lebedeva@bk.ru

Key words: respiratory tract diseases, lower respiratory tract infections, respiratory syncytial virus infections, adults, epidemiology.

Conflicts of interest: all authors report no conflicts of interest relevant to this article.

This article analyzes epidemiological, pathogenetic, and clinical features of respiratory syncytial virus (RSV) infection in adults. It provides a review of current data on medical and healthcare burden of RSV in various regions worldwide, actual diagnostic and treatment methods for RSV-associated diseases, and approaches to non-specific and specific prevention, including an analysis of vaccine efficacy and safety. With the emergence of promising preventive measures, the importance of epidemiological monitoring of RSV incidence among adults in the Russian Federation is increasing to protect vulnerable populations and reduce the burden on healthcare system.

Введение

Респираторно-синцитиальный вирус (РСВ) является значимым патогеном, вызывающим серьезные респираторные заболевания у взрослых, особенно у пожилых и пациентов с хроническими сопутствующими состояниями, что обуславливает высокую медицинскую и социально-экономическую значимость и требует актуального обзора современных данных по эпидемиологии, диагностике, лечению и профилактике данной инфекции.

В статье использованы данные из основных медицинских баз, включая Medline (PubMed), официальные эпидемиологические бюллетени и отчеты национальных институтов и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), а также крупные клинические регистры (ClinicalTrials.gov и др.). Отбор литературы проводился по релевантности, методологическому качеству и актуальности, с акцентом на исследования последних

10–15 лет, ориентированные на взрослую и пожилую популяцию в России и мире.

Историческая справка и эпидемиология РСВ-инфекции

РСВ был открыт в 1956 г. Впервые он был выделен Blount R. и соавт. у шимпанзе с симптомами респираторной инфекции, а позже был обнаружен у человека [1]. Первое название вируса – «возбудитель кори у шимпанзе» впоследствии было заменено на современное – «респираторно-синцитиальный вирус человека» (hRSV).

РСВ относится к роду *Orthopneumovirus* семейства *Paramyxoviridae* [2]. Выделяют два типа РСВ, вызывающих инфекции у человека – А и В [3]. Существенных различий в клиническом течении заболевания при инфицировании разными типами вируса не отмечено [4], однако их выявление остается актуальным в связи с необходимостью эпидемиологического мониторинга и выбора эффективной стратегии иммунопрофилактики в конкретных регионах.

С учетом быстрого темпа распространения РСВ в детских коллективах, долгое время данной проблемой занимались преимущественно педиатры, что позволило сформировать представление о наиболее характерных клинических проявлениях заболевания у детей [5]. Однако эпидемиологические исследования последних 20 лет подтверждают актуальность РСВ и для взрослых пациентов, особенно старших возрастных групп [6].

В исследовании Falsey A. и соавт. РСВ-инфекцию выявляли ежегодно у 3–7% взрослых в возрасте 65 лет и старше без хронических заболеваний и у 4–10% – в группе высокого риска [7]. По данным систематического обзора, у лиц ≥ 50 лет до 12% острых респираторных заболеваний, требующих обращения к врачу, может ассоциироваться с РСВ-инфекцией, при этом данные существенно варьируются в разные сезоны года и при изучении различных когорт больных [8].

При анализе более 1000 госпитализированных больных РСВ-инфекцией отмечено значимое влияние возраста (> 65 лет) и сопутствующих заболеваний, таких как хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), ишемическая болезнь сердца (ИБС), хроническая сердечная недостаточность (ХСН), на частоту госпитализаций [9].

В исследовании Quarg C. и соавт. частота госпитализаций в отделения реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) при РСВ-инфекции у взрослых составила 19,2%, госпитальная летальность – 11,1% [10]. При сравнении с инфекциями, вызванными вирусом гриппа А и SARS-CoV-2, значимых отличий по этим показателям не отмечено. Однако пациенты с РСВ-инфекцией чаще остальных нуждались в респираторной поддержке как на момент госпитализации, так и во время пребывания в стационаре [10]. По данным систематического анализа 9 исследований, проведенного Savić M. и соавт., госпитальная летальность у пациентов в развитых странах с подтвержденной РСВ-инфекцией составила 7,1% [11].

Известно, что в странах Северного полушария РСВ циркулирует в течение всего осенне-зимнего сезона, достигая пика в период с декабря по январь [12, 13]. Интенсивность распространения конкретного типа вируса варьирует в разные сезоны [14]. Нередко складывается ситуация, когда оба типа РСВ (А и В) циркулируют одновременно или занимают ведущую позицию поочередно [15]. В литературе встречаются данные об особенностях распространения и клинических проявлениях в зависимости от типа вируса преимущественно у детей [16], в то время как во взрослой популяции данные различия изучены недостаточно.

В период пандемии COVID-19 в 2020–2021 гг. в странах Европы отмечалось существенное снижение заболеваемости РСВ-инфекцией с неожиданными эпидемиологическими трендами – смещение пика циркуляции вируса на более поздний период (летние месяцы), увеличение возраста развития инфекции в детской популяции [17, 18]. В Китае также отмечался нетипичный всплеск РСВ-инфекции в конце лета 2021 г. после существенного снижения заболеваемости в 2020 г. [19]. Данные изменения исследователи связывают с введением строгих ограничений (локдауна), направленных на предупреждение распространения SARS-CoV-2. Еще одним логичным объяснением является более низкая выявляемость РСВ, связанная со снижением интенсивности надзора за другими респираторными возбудителями во время пандемии COVID-19.

Также следует упомянуть, что, начиная с 2020 г., описываются случаи вирусных коинфекций с различной комбинацией возбудителей – вирусы гриппа, РСВ, SARS-CoV-2; они отличаются более тяжелым течением и неблагоприятным прогнозом [20, 21].

В исследовании Patel D. и соавт. оценивалась экономическая нагрузка на систему здравоохранения США, обусловленная госпитализацией взрослых по поводу сердечно-сосудистых и бронхолегочных заболеваний, связанных с РСВ-инфекцией. Так, от 3% до 5,5% госпитализаций по указанным причинам рассматривались как ассоциированные с РСВ, при этом больше половины больных требовалась оксигенотерапия, части (6–8%) – проведение ИВЛ, более 30% из них нуждалась в специализированном уходе после выписки. При этом пожилые пациенты с факторами риска при подтверждении РСВ-инфекции госпитализировались значительно чаще [22].

Данные о заболеваемости, медицинском и экономическом бремени РСВ-инфекции среди взрослого населения России остаются ограниченными. Наблюдательное исследование в сезоны ОРВИ 2013–2014 гг. в Санкт-Петербурге показало, что РСВ играл существенную роль в этиологии острых респираторных заболеваний среди детей и в группе пожилых пациентов. РСВ выявлялся в 114/1699 случаев (6,7%) в 2013 г. и в 262/1291 (20,3%) – в 2014 г. При этом положительных результатов в группе лиц старше 65 лет оказалось 5,6% и 13,6% в 2013 и 2014 г. соответственно. Однако следует отметить, что на долю пожилых пациентов в исследовании приходилось всего 3%, что ограничивает возможность

экстраполяции данных о частоте встречаемости РСВ в данной популяции на всю страну [23].

Начиная с 2017 г. и по настоящее время, НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева проводит сигнальный надзор за РСВ под контролем ВОЗ. Он охватывает 61 город России, и его актуальные результаты с анализом возрастных особенностей, числом госпитализаций в связи с осложненными ОРВИ регулярно обновляются на сайте института. Как показывают результаты, РСВ является в среднем у 4% обследованных пациентов с ОРВИ всех возрастов с наиболее высокими показателями заболеваемости у детей младшего возраста и лиц старше 65 лет [24].

Особенности строения вируса и патогенез РСВ-инфекции

Вирион РСВ имеет сферическую форму и содержит несегментированную однонитевую антисмысловую «минус» РНК [25]. РНК вируса включает 10 генов, кодирующих 11 белков: N, P, M, SH, G, F, M2-1, M2-2, L и два неструктурных протеина NS1 и NS2 [25, 26].

Вирусная оболочка РСВ состоит из G-гликопротеина, F-гликопротеина (фузионного) и SH-гликопротеина (малого гидрофобного). G-гликопротеин отвечает за прикрепление вириона к клетке хозяина, в то время как F-гликопротеин ответственен за слияние вирусной оболочки с клеточной мембраной и проникновение вируса в клетку [3, 27]. Кроме того, F-гликопротеин способствует слиянию мембран соседних клеток, что приводит к образованию синцитиев – многоядерных гигантских клеток [28].

F-белок синтезируется в виде неактивного предшественника (F0). Для изменения своей конформации F-белок должен быть расщеплен фуриновой протеазой на две цепи – F1 и F2 [3]. Уже на этапе выхода вируса из клетки F-белок находится в активной форме, что способствует быстрому распространению инфекции [25]. SH-белок обеспечивает проницаемость клеточной мембраны и предотвращает апоптоз инфицированных клеток [29].

РСВ проникает в организм человека через слизистую оболочку носоглотки и конъюнктиву [30]. Далее вирус достигает слизистой трахеобронхиального дерева и бронхиол, поражая преимущественно реснитчатые клетки дыхательных путей, а затем распространяется до альвеолярного эпителия [31]. Активная репликация вируса вызывает миграцию нейтрофилов и развитие воспалительной реакции (Рисунок 1), степень выраженности которой определяет тяжесть заболевания [6]. Наиболее выраженное повреждение при инфицировании РСВ характерно для бронхиол – в них развивается некротизирующий бронхолит, при котором просвет бронхиол сужается за счет слизи, детрита эпителиальных клеток и лимфоцитов.

Ключевую роль в защите от РСВ играют антитела (IgG, IgA) и цитотоксические Т-лимфоциты [6]. Кроме того, в патогенезе заболевания и формировании иммунного ответа существенное значение, по-видимому, имеет активность Th17 и Treg-клеток [32]. Так, в исследованиях у мышей дефицит Treg-клеток ассоциировался с более тяжелым течением РСВ-инфекции [32, 33]. На тяжесть течения РСВ-инфекции и характер клинических проявлений оказывает влияние дисбаланс Th1 и Th2. Так, например,

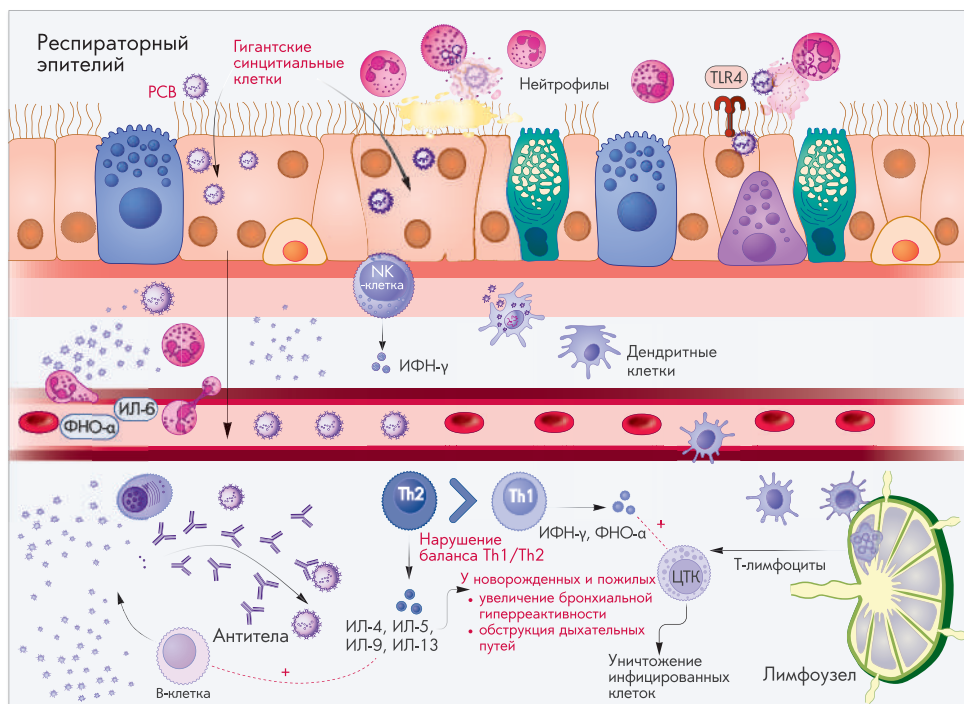


Рисунок 1. Основные компоненты патогенеза и иммунный ответ при инфицировании РСВ

у новорожденных и лиц пожилого возраста наблюдается «смещение» иммунного ответа в сторону Th2 реакций; это сопровождается увеличением бронхиальной гиперреактивности и обструкции дыхательных путей за счет увеличения синтеза ряда цитокинов – ИЛ-5, -6, -10, -11, -13 [34, 25]. Более чем у 75% взрослого населения наблюдается 4-кратное снижение титра антител в течение года после первичного инфицирования [35].

Следует отметить, что РСВ обладает способностью «ускользнуть» от иммунного ответа макроорганизма [32], что объясняет возможность повторного инфицирования [36]. Способность вируса изменять конформацию F-белка помогает ему избегать действия нейтрализующих антител [6]. Важную роль в «уклонении» от иммунного ответа играет и G-гликопротеин, который характеризуется высокой степенью гликозилирования и вариабельностью сайтов гликозилирования [37]. Также G-белок способен влиять на синтез микроРНК, регулирующих иммунный ответ [38]. Нарушение продукции микроРНК и их транскрипционной регуляции связано с тяжестью РСВ-инфекции, снижением апоптотических сигналов и подавлением синтеза и функции Toll-подобных рецепторов 4-го типа [39]. Кроме того, РСВ синтезируют секреторную форму G-белка, которая является антигенной ловушкой для антител, тем самым затрудняя иммунный ответ. Этим объясняется тот факт, что даже наличие в организме антител не всегда предотвращает репродукцию вируса [38].

Белки NS1 и NS2 вируса подавляют продукцию интерферона I типа, что может способствовать возникновению у пациентов с РСВ-инфекцией бактериальных осложнений [36].

Клинические проявления РСВ-инфекции

Среди взрослого населения бессимптомное носительство РСВ встречается редко [40]. Клиническая картина РСВ-инфекции может варьироваться от симптомов, сходных с простудой, до острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) [30]. При неосложненном течении РСВ-инфекция у взрослых практически не отличается от ОРВИ другой этиологии [41]. Инкубационный период составляет 4–7 дней, затем наступает стадия клинических проявлений болезни (1–2 нед.) [13].

Частота встречаемости различных симптомов при инфицировании РСВ представлена в Таблице 1. При поражении верхних дыхательных путей пациента чаще всего беспокоят заложенность носа и ринорея, боль в горле. В случае поражения нижних дыхательных путей наблюдается кашель, свистящее дыхание и/или одышка. Системные проявления РСВ-инфекции включают в себя лихорадку, утомляемость, астению, анорексию [42, 43]. Через 2 нед. у большинства пациентов наблюдается регресс симптомов и признаков заболевания, однако в некоторых случаях развиваются осложнения, приводящие к госпитализации [7].

В период реконвалесценции у пациентов с РСВ-инфекцией может сохраняться кашель, повышенная

Таблица 1. Клинические проявления РСВ-инфекции (адаптировано из [13, 44, 45])

Поражение верхних дыхательных путей:	
• Заложенность носа	68–89%
• Ринорея	11–25%
• Боль в горле	29–64%
Поражение нижних дыхательных путей:	
• Кашель	97–99%
• Свистящее дыхание	68–82%
• Одышка	93–95%
Системные проявления:	
• Лихорадка	54–61%
Гастроинтестинальные симптомы:	
• Рвота	28–57%
• Диарея	11–42%
• Снижение аппетита	23–71%

утомляемость; продолжительность восстановления обычно составляет 1–2 нед. [13]. Состояние части выпитых из стационара больных с осложненным течением РСВ-инфекции требует специализированной помощи на дому, включая оксигенотерапию, а также мероприятий по уходу и реабилитации [44].

Наиболее серьезный риск РСВ представляет для пожилых пациентов, имеющих несколько сопутствующих заболеваний, таких как ХОБЛ, иммунодефицит и ХСН. У них наблюдается увеличение числа осложненных случаев инфекции, и нередко вирус становится триггером для манифестации хронических заболеваний или причиной их декомпенсации [45].

По данным исследования, выполненного DeMartino J. и соавт., как минимум одно осложнение РСВ-инфекции регистрировалось среди пациентов старше 60 лет в 47,9% случаев. Наиболее частыми являлись пневмония (24%) и обострение хронических бронхолегочных заболеваний, таких как ХОБЛ и бронхиальная астма (23,6%) [46]. Большинство осложнений выявлялось в первый месяц с момента развития РСВ-инфекции.

РСВ в целом вызывает сопоставимые по тяжести с гриппом респираторные инфекции у взрослых [47]. Однако у пожилых инфекция может протекать тяжелее. Так, в исследовании Ambrosch A. и соавт. средняя продолжительность госпитализации пациентов с РСВ-инфекцией составила 12,7 дней, что значительно превышало сроки пребывания в стационаре при гриппе А и В. Риск госпитализации в отделение реанимации и интенсивной терапии и госпитальная летальность при инфицировании РСВ также оказались выше [48].

Следует отметить, что симптомы и признаки РСВ-инфекции отличаются низкой чувствительностью и специфичностью, поэтому для верификации диагноза ключевое значение имеют исследования, направленные на выявление возбудителя в клинических образцах.

Рентгенологическая картина при РСВ-инфекции

Характерные для РСВ-инфекции рентгенологические изменения подробно описаны в ряде исследований и недавнем метаанализе Ricco M. и соавт. [49, 50]. Так, у взрослых чаще всего при выполнении компьютерной томографии органов грудной клетки (КТ ОГК) обнаруживали очаговые изменения в легких (46%) и утолщение междольковых перегородок (39%), реже изменения по типу «матового стекла» (34%), признаки, характерные для организующейся пневмонии (28%) и паттерн «дерево в почках» (27%). В 76% случаев изменения в легких носили двусторонний характер, в 25% они были распространенными/мультифокальными [59].

Несмотря на некоторые особенности РСВ-инфекции, исследователи считают, что сходные изменения характерны для большинства вирусных инфекций, что вызывает сложности в дифференциальной диагностике вирусного поражения легких на основании КТ ОГК [51].

Лабораторная диагностика РСВ-инфекции

В общем анализе крови у пациентов с РСВ-инфекцией часто обнаруживают лейкопению или нормоцитоз, увеличение доли лимфоцитов и моноцитов, что характерно для большинства респираторных вирусов [48, 52]. Однако у части больных выявляют изменения, сходные с таковыми при бактериальных инфекциях (лейкоцитоз, сдвиг лейкоцитарной формулы влево, увеличение уровня С-реактивного белка), что затрудняет дифференциальный диагноз [53]. Таким образом, ключевое значение в подтверждении РСВ-инфекции принадлежит методам этиологической диагностики.

Ранее наиболее достоверным методом считалось выделение РСВ в клеточной культуре, особенно у детей с высокой интенсивностью вирусывыделения [54]. Однако трудоемкость и длительность исследования ограничивают использование данного метода в клинической практике.

Развитие технологий способствовало появлению более быстрых и доступных методов обнаружения РСВ. Наиболее распространенными являются выявление РНК вируса с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) с обратной транскрипцией (ОТ ПЦР) и антигена возбудителя с использованием иммунохроматографических (ИХА) тестов [55–57]. Оба метода относятся к малоинвазивным, так как для исследования могут использоваться мазки из носоглотки и ротоглотки [57–59].

ПЦР и ее модификации демонстрируют высокую специфичность (99–100%) в отношении РСВ, что указывает на низкий риск ложноположительных результатов, при этом чувствительность варьирует в диапазоне 81–92% [60, 61]. Чувствительность выявления РНК вируса несколько ниже при использовании мультиплексных тест-систем, чем одноплексных. В недавнем систематическом обзоре Opwichekwa C. и соавт. показали, что добавление дополнительного типа образца (мо-

крота) к мазку из носа/носоглотки значительно повышает выявляемость РНК вируса у взрослых [61].

Весьма перспективным является внедрение в клиническую практику экспресс-тестов, основанных на ИХА. Они демонстрируют высокую специфичность в отношении РСВ [58], но несколько уступают ПЦР по чувствительности [61]. Преимущества данного метода – невысокая стоимость, возможность проведения теста «у постели больного» (или даже самим пациентом) и быстрота получения результата (10–15 минут).

Осведомленность медперсонала и населения о данном методе диагностики инфекций существенно повысилась во время пандемии COVID-19, стимулировавшей появление на рынке экспресс-тестов для различных возбудителей ОРВИ (вирусы гриппа А и В, SARS-CoV-2, аденовирус). Отметим всё большее распространение мультиплексных наборов для экспресс-диагностики антигенов сразу нескольких вирусов при исследовании одного образца из верхних дыхательных путей [62, 63].

Взрослые выделяют РСВ в среднем в течение 3–4 дней в достаточно низких титрах (10^1 – 10^3 БОЕ/мл), в то время как вирусная нагрузка у детей может быть в 1000 раз выше и сохраняться более длительно [64], что необходимо учитывать при разработке рекомендаций по выявлению данной инфекции.

Серологическая диагностика РСВ (выявление антител классов IgM и IgG) используется реже [57]. Помимо меньшей диагностической точности, это может быть связано с необходимостью получения дополнительного образца крови у пациента и сроками выполнения. IgM появляются в сыворотке крови через неделю после инфицирования и сохраняются около трех месяцев. Они являются маркерами острого инфекционного процесса, тогда как IgG указывают на перенесенную РСВ-инфекцию или ранее проведенную вакцинацию [7].

Интересно отметить, что Walsh E. и соавт. выявили более выраженный гуморальный иммунный ответ у пожилых с РСВ-инфекцией по сравнению с пациентами молодого возраста [64]. Это может быть связано с большей вирусной нагрузкой и «иммунной дисрегуляцией», заключающейся в «сдвиге» иммунного ответа в сторону Th2-реакций. Взаимосвязь иммунного ответа с патогенезом РСВ-инфекции у пожилых требует дальнейшего изучения.

Выбор конкретного метода верификации РСВ-инфекции определяет врач с учетом особенностей состояния пациента. Одновременное применение двух и более методов выявления РСВ у взрослых может быть более информативным [61].

Лечение РСВ-инфекции и иммунопрофилактика

Противовирусные препараты

Несмотря на известную структуру вируса и патогенез РСВ-инфекции, этиотропного лечения с доказанной эффективностью у взрослых до сих пор не разработано.

Рибавирин продемонстрировал некоторую эффективность в лечении инфекций нижних дыхательных пу-

тей, ассоциированных с РСВ в детской популяции и небольшой когорте взрослых иммунокомпрометированных больных [65–67]. Согласно результатам Кокрейновского обзора, применение рибавирина у детей приводило к снижению потребности в ИВЛ/сроков ее проведения, длительности госпитализации и уменьшению частоты рецидивирующей бронхообструкции в отдаленном периоде наблюдения [67]. В то же время авторы обзоров подчеркивают ограниченное количество и гетерогенность исследований по рибавирину при РСВ, что сохраняет значительную степень неопределенности в данном вопросе.

Дискуссии экспертов относительно целесообразности применения рибавирина при РСВ-инфекции подкрепляют и другие аспекты, в частности, высокая стоимость препарата [67, 68] и профиль его безопасности [65].

Имеются сообщения о разработке и клинических исследованиях новых противовирусных препаратов для лечения РСВ-инфекции [69], однако они в настоящее время не зарегистрированы.

Поддерживающее лечение

Для легких форм РСВ-инфекции рекомендуется симптоматическая терапия, которая включает адекватный питьевой режим, снижение физических нагрузок, прием жаропонижающих средств при выраженной лихорадке и/или головной боли, промывание носа физиологическим раствором; при необходимости могут назначаться местные деконгестанты и отхаркивающие лекарственные средства (ЛС) [52, 70]. Также положительное влияние на уменьшение выраженности респираторных симптомов оказывают чистый увлажненный воздух и ограничение воздействия сигаретного дыма [70].

Эффективность глюкокортикостероидов, бронходилататоров и антилейкотриеновых препаратов при РСВ-инфекции интенсивно изучалось в детской популяции. Как показывают результаты исследований, данные группы ЛС не оказывают значимого влияния на исходы [71–77]. Тем не менее, их можно использовать как симптоматическую терапию в отдельных клинических ситуациях.

При осложненном течении РСВ-инфекции, помимо указанной выше терапии, проводится респираторная и нутритивная поддержка, адекватная гидратация (в том числе парентеральная), коррекция гемодинамических показателей и нарушений свертывающей системы крови, лечение сопутствующих заболеваний при их декомпенсации [78].

Пассивная иммунизация

В развитых странах активно применяется стратегия пассивной иммунизации уязвимых групп пациентов. Паливизумаб и незарегистрированные в России нирсевичамаб и клесровичамаб относятся к группе моноклональных антител, обладающих высокой селективностью в отношении РСВ. «Точкой приложения» для данных препаратов является F-белок; взаимодействуя с ним, препараты блокируют слияние РСВ с клетками макроорганизма.

Все 3 препарата одобрены для профилактики тяжелых форм РСВ-инфекции среди уязвимых групп пациентов [79, 80]. В частности, применение паливизумаба в России рекомендуется для недоношенных новорожденных в первые 6 мес. после рождения, детей с бронхолегочной дисплазией и гемодинамически значимыми врожденными пороками сердца. Препарат вводится в/м в виде 5 ежемесячных инъекций в период сезонного подъема заболеваемости ОРВИ, включая РСВ-инфекцию.

Согласно распоряжению Департамента здравоохранения города Москвы, с 1 января 2025 г. утверждена программа круглогодичной иммунизации паливизумабом уязвимых групп детей [81].

Указанные выше препараты не применяются для иммунопрофилактики РСВ среди взрослого населения по причине ограниченного числа исследований и наличия более перспективных методов активной иммунопрофилактики тяжелых форм заболевания.

Активная иммунизация

Работа над созданием эффективных вакцин против РСВ велась длительное время с использованием разных технологий и продолжается в настоящее время (Таблица 2) [82]. В странах ЕС и США зарегистрированы 3 вакцины: неадьювантная бивалентная вакцина Abrysvo (RSVpreF3, компания Pfizer) [83], адьювантная моновакцина Arexvy (RSVpreF3 ОА, компания GSK) [84] и матричная РНК-вакцина mRESVIA (компания Moderna) [85]. Вакцины содержат префузионную форму F-белка, который является ключевым антигеном вируса. Вакцины Abrysvo и Arexvy одобрены Управлением США по контролю за лекарственными препаратами и продуктами питания (FDA) и рекомендованы для использования у всех лиц старше 60 лет и пациентов более молодого возраста (Таблица 2) с хроническими заболеваниями, такими как бронхиальная астма, ХОБЛ, сердечно-сосудистые заболевания и сахарный диабет [86, 87]. В данных группах эффективность вакцин по предупреждению РСВ-ассоциированных заболеваний нижних дыхательных путей составила более 80% [85, 88–90].

Среди стран ЕС вакцинация пожилого населения против РСВ рекомендована в Австрии, Бельгии и Швеции [91]. Однако ни в одной из этих стран стоимость вакцинации не покрывается соответствующими национальными системами здравоохранения.

Abrysvo – бивалентная рекомбинантная субъединичная вакцина, которая содержит равное количество стабилизированных префузионных антигенов двух типов РСВ (RSV-preF A и RSV-preF B). В ходе рандомизированного контролируемого клинического исследования (РКИ) III фазы RENOIR (34247 участников в возрасте 60 лет и старше) вакцина Abrysvo продемонстрировала высокую эффективность в отношении инфекций нижних дыхательных путей (ИНДП), вызванных разными типами РСВ, при этом эффективность в отношении клинически выраженных инфекций (с 3 и более симптомами) составила 88,9%. В исследовании также оценивалась эффек-

Таблица 2. Сравнительная характеристика вакцин против РСВ у взрослых (данные адаптированы из ClinicalTrials.gov, на 3 апреля 2025 г.)

Название, тип вакцины, путь и кратность введения, совместимость с другими вакцинами	Клинические исследования III фазы, стадия	Эффективность	Критерии оценки эффективности	Наиболее частые нежелательные явления	Статус регистрации (категория, регион)
Arexvy (GSK) Рекомбинантная моновалентная адьювантная вакцина В/м; 1 доза Возможно одновременное введение с вакцинами против опоясывающего герпеса, COVID-19, пневмококка, дифтерии, столбняка и коклюша	AReSVi-006 24966 участников NCT04886596	1 сезон		Боль в месте инъекции, утомляемость, головная боль	Взрослые 60 лет и старше
		82,6%	ИНДП		
	Завершено Изучение безопасности у беременных в 24 странах 5328 участников	2 сезона		Потенциально повышенный риск развития синдрома Гийена-Барре среди взрослых старше 65 лет	Взрослые 50–59 лет с высоким риском неблагоприятного течения РСВ-инфекции* В странах ЕС и США
		94,1%	Тяжелые ИНДП		
Abrysvo (Pfizer) Рекомбинантная бивалентная неадьювантная вакцина В/м; 1 доза Возможно одновременное введение с сезонной вакциной против гриппа Минимальный рекомендованный интервал между введением вакцин против столбняка, дифтерии и коклюша – 2 недели	RENOIR 34284 участников NCT05035212	1 сезон		Боль в месте инъекции, головная боль, слабость, миалгия	Взрослые 60 лет и старше в странах ЕС
		88,9%	ИНДП с 3 симптомами		
	Завершено Изучение безопасности при вакцинации беременных (24–36 нед. гестации) для новорожденных 7386 участников	2 сезона		Потенциально повышенный риск развития синдрома Гийена-Барре	Взрослые 18–59 лет с высоким риском тяжелого течения РСВ-инфекции* Взрослые 60–74 лет с высоким риском* Взрослые 75 лет и старше в США
		65,1%	ИНДП с 2 симптомами		
Завершено Изучение эффективности и безопасности у взрослых 60 лет и старше	62,2%	ОРВИ-подобные инфекции	Несколько выше риск преждевременных родов (5,7% среди вакцинированных vs 4,7% группе плацебо)	Беременные на 24–36 нед. (в странах ЕС) и 32–36 нед. гестации (в США)	
	77,8%	ИНДП с 3 симптомами			
	81,8%	ИНДП у детей в первые 90 дней жизни			
mRESVIA (Moderna) Матричная-РНК вакцина В/м; 1 доза Данные о совместимости с другими вакцинами ограничены	RSVVictory 3117 участников NCT05330975	1 сезон		Усталость, головная боль, миалгия, артралгия, боль в месте инъекции	Взрослые 60 лет и старше в странах ЕС и США
		78,7%	ИНДП с 2 и более симптомами		
	Завершено Изучение эффективности и безопасности у взрослых старше 50 лет	2 сезона		Тяжелые ИНДП	
		86,7%	Тяжелые ИНДП		
		62,5%	ИНДП с 2 и более симптомами		
		74,6%	Тяжелые ИНДП		

Название, тип вакцины, путь и кратность введения, совместимость с другими вакцинами	Клинические исследования III фазы, стадия	Эффективность	Критерии оценки эффективности	Наиболее частые нежелательные явления	Статус регистрации (категория, регион)
RSV/Flu-01E (НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева, Россия) Векторная вакцина И/н; 1 доза Данные о совместимости с другими вакцинами ограничены	Изучение эффективности и безопасности у взрослых 60 лет и старше 120 участников в исследовании II фазы (NCT06890429) Продолжается III фаза КИ	55%	ИНДП *Оценка уровня CD4+ и CD8+ Т-клеток и Th1/Th2 цитокинов, специфичных к F-антигену РСВ	Нет данных	Не зарегистрирована

в/м – внутримышечно; и/н – интраназально; КИ – клинические исследования; ИНДП – инфекции нижних дыхательных путей.

* Хронические сердечно-сосудистые заболевания, хронические заболевания легких или дыхательных путей, сахарный диабет с осложнениями, терминальная стадия почечной недостаточности (потребность в диализе), заболевания печени, гематологические заболевания, тяжелое ожирение (индекс массы тела ≥ 40 кг/м²), проживание в доме престарелых и умеренный/тяжелый иммунодефицит.

тивность вакцины во втором сезоне РСВ с целью оценки длительности иммунной защиты, которая составила 77,8% в отношении ИНДП с 3 симптомами и суммарно в течение двух респираторных сезонов – 81,5% [88].

Раупе А. и соавт. подтвердили значимую эффективность применения Abrysvo среди взрослых 60 лет и старше с различным иммунным статусом [90]. Так, вакцинация предотвращала РСВ-ассоциированные госпитализации у лиц с нормальным иммунным статусом с эффективностью 80% и критические состояния (перевод в ОРИТ/смерть) с эффективностью 81%. В группе иммунокомпрометированных лиц также наблюдалось снижение частоты госпитализаций (эффективность составила 73%).

Вакцина Abrysvo также одобрена для применения во время беременности с целью защиты новорожденных, которая обеспечивается за счет передачи материнских антител [92, 93].

В исследовании I/II фазы оценивалась безопасность и иммуногенность вакцины в различных концентрациях (60, 120 или 240 мкг), а также изучалось влияние адъюванта (гидроксид алюминия) у взрослых в возрасте 18–49 лет [94]. Вакцина Abrysvo в дозе 120 мкг продемонстрировала способность индуцировать высокие титры нейтрализующих антител и благоприятный профиль безопасности: отмечались незначительные местные и системные нежелательные реакции, такие как боль в месте инъекции, головная боль, усталость и миалгия.

В начале марта 2025 г. производитель вакцины Abrysvo получил положительное заключение от Комитета по лекарственным препаратам для медицинского применения (СНМР) Европейского агентства по лекарственным средствам (ЕМА) по расширению показаний вакцины для профилактики РСВ-ассоциированных заболеваний нижних дыхательных путей у взрослых в возрасте 18–59 лет. В том случае, если одобрение бу-

дет утверждено Европейской комиссией, вакцина станет первой в ЕС с таким широким показанием для взрослых [95].

Вакцина Arexvu содержит рекомбинантный F-гликопротеин РСВ, стабилизированный в конформации до слияния (pre-F3) и адъювант AS01E [84, 96]. В клиническом исследовании I/II фазы показано, что вакцина с адъювантом вызывала более выраженные клеточные иммунные реакции у пожилых лиц по сравнению с неадъювантными вакцинами [95]. В РКИ III фазы AReSVi-006 (участвовало 24966 человек в возрасте 60 лет и старше) эффективность Arexvu по предупреждению ОРВИ составила 71,7%, ИНДП – 82,6%, тяжелых ИНДП – 94,1% [84]. Эффективность вакцины была сходной в отношении профилактики инфекций, ассоциированных с РСВ обоих типов (84,6% и 80,9% – для ИНДП, 71,9% и 70,6% – для ОРВИ) [84].

Эффективность вакцины Arexvu после однократного введения во втором респираторном сезоне составила 67,2% в отношении всех ИНДП и 78,8% – против тяжелых РСВ-ассоциированных ИНДП [97].

Наиболее часто встречающимися нежелательными реакциями были боль в месте инъекции, головная боль, усталость и миалгия, а также иммуноопосредованное поражение соединительной ткани, костно-мышечной, дыхательной и нервной систем [84, 95].

Вакцина Arexvu не разрешена к применению у беременных, так как среди вакцинированных зафиксированы случаи преждевременных родов, а у новорожденных – развитие желтухи, что требует дополнительного изучения для выяснения возможной причинно-следственной связи с вакцинацией [98].

Компанией Moderna разработана матричная РНК-вакцина против РСВ – mRESVIA [85]. Механизм действия связан с кодированием F-гликопротеина еще до слияния с клеточной мембраной, что позволяет ей акти-

вировать иммунный ответ. Вакцина mRESVIA не является строго бивалентной в классическом смысле, поскольку она кодирует префузионную форму F-белка только РСВ типа А. Однако она может обеспечивать перекрестную защиту благодаря сходству двух типов белков РСВ [85]. В настоящее время продолжается РКИ III фазы mRESVIA у взрослых [99], однако уже на основании промежуточных результатов, продемонстрировавших высокую эффективность (83,7%), она получила одобрение для иммунопрофилактики лиц старше 60 лет в США и ЕС [100, 101]. Также в РКИ III фазы показана безопасность введения mRESVIA совместно с вакцинами против гриппа и SARS-CoV-2 [102].

Таким образом, все 3 вакцины демонстрируют эффективную защиту против РСВ у взрослых. Тем не менее продолжительность иммунной защиты после однократной вакцинации и профиль безопасности вакцин продолжают изучаться. Так, в январе 2025 г. FDA выпустило предупреждение о возможной связи синдрома Гийена – Барре с вакцинами против РСВ, инициировав таким образом дополнительные исследования [103]. Тем не менее эксперты подчеркивают, что преимущества вакцинации взрослых против РСВ-инфекции перевешивают потенциальные риски.

В России в НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева разработана интраназальная векторная вакцина против РСВ, предназначенная для применения у пациентов старше 60 лет [104]. В клинических исследованиях I и II фазы вакцина продемонстрировала благоприятный профиль безопасности, однако эффективность в отношении РСВ-инфекции оказалась на уровне 55%. В настоящее время продолжается клиническое исследование III фазы этой вакцины [105]. Одним из преимуществ вакцины является неинвазивный способ доставки. По мнению разработчиков, интраназальное введение позволяет формировать местный (мукозальный) иммунитет, что является важным для предотвращения инфекций, передающихся воздушно-капельным путем [106].

Неспецифическая профилактика и меры предосторожности

Для предотвращения распространения РСВ среди населения и медицинского персонала необходимо информирование пациента и внедрение комплексных профилактических мер, которые должны варьироваться в зависимости от места лечения (в амбулаторных или стационарных условиях) и иммунного статуса.

В амбулаторной практике, согласно рекомендациям Центров США по контролю и профилактике заболеваний (CDC), основными средствами профилактики явля-

ются мытье рук, использование антисептиков, предотвращение тесных контактов с больным и уменьшение риска распространения вируса воздушно-капельным путем при кашле и чихании [107].

В стационарных условиях должны применяться более строгие меры, направленные на предотвращение распространения вируса, включая использование перчаток, халатов и масок [108]. Пандемия COVID-19 продемонстрировала эффективность ношения масок, что привело к значительному снижению случаев внутрибольничных респираторных инфекций, включая грипп и РСВ [109].

Согласно исследованию Sung A. и соавт., всем лицам, имеющим прямой контакт с иммунокомпрометированными пациентами (в том числе после трансплантации органов), рекомендуется применение защитных мер и ношение хирургических масок вне зависимости от наличия симптомов и сезона [110].

Несмотря на достаточно большое число зарубежных публикаций по РСВ и его роли в инфекционной патологии взрослых, современные данные свидетельствуют о крайне низкой осведомленности населения о возбудителе. Так, в исследовании La E. и соавт. только небольшая часть опрошенных слышала о РСВ ввиду наличия в их семьях детей, посещающих детские коллективы и часто контактирующих с различными инфекциями [111]. Это свидетельствует о необходимости разработки и внедрения программ информирования населения о данном заболевании с целью своевременного обращения за медицинской помощью и вакцинопрофилактики РСВ-ассоциированных заболеваний среди наиболее уязвимых групп.

Заключение

Накопленные к настоящему времени данные демонстрируют значительное медицинское и социально-экономическое бремя РСВ-инфекции среди взрослого населения, особенно лиц пожилого возраста и пациентов с распространенными хроническими заболеваниями. Достижения в создании эффективных методов иммунопрофилактики в нашей стране и за рубежом открывают новые возможности для предотвращения тяжелых форм РСВ-ассоциированных заболеваний и снижения летальности среди уязвимых групп населения.

Недостаток эпидемиологических данных по распространенности РСВ у взрослых в России подчеркивает необходимость проведения отечественных исследований, а также целесообразность более широкого информирования медицинских работников и населения о данной инфекции.

Литература

- Morris J.A., Blount R.E., Savage R.E. Recovery of cytopathogenic agent from chimpanzees with goryza. *Exp Biol Med.* 1956;92:544-549. DOI: 10.3181/00379727-92-22538
- Afonso C.L., Amarasinghe G.K., Bányai K., Bào Y., Basler C., Bavari S., et al. Taxonomy of the order Mononegavirales: update 2016. *Arch Virol.* 2016;161:2351-2360. DOI: 10.1007/s00705-016-2880-1
- Borchers A.T., Chang C., Gershwin M.E. Respiratory syncytial virus – a comprehensive review. *Clin Rev Allergy Immunol.* 2013;45:331-379. DOI: 10.1007/s12016-013-8368-9
- Sundaram M.E., Meece J.K., Sifakis F., Gasser R.A., Belongia E.A. Medically attended respiratory syncytial virus infections in adults aged ≥ 50 years: clinical characteristics and outcomes. *Clin Infect Dis.* 2014;58:342-349. DOI: 10.1093/cid/cit767
- Piedimonte G., Perez M.K. Respiratory syncytial virus infection and bronchiolitis. *Pediatr Rev.* 2014;35:519-530. DOI: 10.1542/pir.35-12-519
- Nam H.H., Ison M.G. Respiratory syncytial virus infection in adults. *BMJ.* 2019;366:l5021. DOI: 10.1136/bmj.l5021
- Falsey A.R., Hennessey P.A., Walsh E.E. Respiratory syncytial virus infection in elderly and high-risk adults. *N Engl J Med.* 2005;352:1749-1759. DOI: 10.1056/NEJMoa043951
- Colosia A.D., Yang J., Hillson E., Mauskopf J., Copley-Merriman C., Shinde V., et al. The epidemiology of medically attended respiratory syncytial virus in older adults in the United States: a systematic review. *PLoS One.* 2017;12:e0182321. DOI: 10.1371/journal.pone.0182321
- Branche A.R., Saiman L., Walsh E.E., Falsey A.R., Sieling W., Greendyke W., et al. Incidence of respiratory syncytial virus infection among hospitalized adults, 2017-2020. *Clin Infect Dis.* 2022;74:1004-1011. DOI: 10.1093/cid/ciab595
- Quarg C., Jörres R.A., Engelhardt S., Alter P., Budweiser P. Characteristics and outcomes of patients hospitalized for infection with influenza, SARS-CoV-2 or respiratory syncytial virus in the season 2022/2023 in a large German primary care centre. *Eur J Med Res.* 2023;28:568. DOI: 10.1186/s40001-023-01482-z
- Savic M., Penders Y., Shi T., Branche A., Pirçon J.Y. Respiratory syncytial virus disease burden in adults aged 60 years and older in high-income countries: a systematic literature review and meta-analysis. *Influenza Other Respir Viruses.* 2023;17:e13031. DOI: 10.1111/irv.13031
- Obando-Pacheco P., Justicia-Grande A.J., Rivero-Calle I., Rodríguez-Tenreiro C., Sly P., Ramilo O., et al. Respiratory syncytial virus seasonality: a global overview. *J Infect Dis.* 2018;217:1356-1364. DOI: 10.1093/infdis/jiy056
- Widmer K., Griffin M.R., Zhu Y., Williams J.V., Talbot H.K. Respiratory syncytial virus- and human metapneumovirus-associated emergency department and hospital burden in adults. *Influenza Other Respir Viruses.* 2014;8:347-352. DOI: 10.1111/irv.12234
- Stensballe L.G., Devasundaram J.K., Simoes E.A.F. Respiratory syncytial virus epidemics: the ups and downs of a seasonal virus. *Pediatr Infect Dis J.* 2003;22:S21-S32. DOI: 10.1097/01.inf.0000053882.70365.c9
- Belongia E.A., King J.P., Kieke B.A., Pluta J., Al-Hilli A., Meece J.K., et al. Clinical features, severity, and incidence of RSV illness during 12 consecutive seasons in a community cohort of adults ≥ 60 years old. *Open Forum Infect Dis.* 2018;5:ofy316. DOI: 10.1093/ofid/ofy316
- Al-Sharif H., El-Kafrawy S.A., Yousef J.M., Kumosani T.A., Kamal M.A., Khathlan N.A., et al. Dominance of the ON1 genotype of RSV-A and BA9 genotype of RSV-B in respiratory cases from Jeddah, Saudi Arabia. *Genes.* 2020;11:1323. DOI: 10.3390/genes11111323
- Van Summeren J., Meijer A., Aspelund G., Casalegno G.S., Erna G., Hoang U., et al. Low levels of respiratory syncytial virus activity in Europe during the 2020/21 season: what can we expect in the coming summer and autumn/winter? *Eurosurveillance.* 2021;26. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2021.26.29.2100639
- Stamm P., Sagoschen I., Weise K., Plachter B., Münzel T., Gori T., et al. Influenza and RSV incidence during COVID-19 pandemic – an observational study from in-hospital point-of-care testing. *Med Microbiol Immunol (Berl).* 2021;210:277-282. DOI: 10.1007/s00430-021-00720-7
- Jia R., Lu L., Su L., Lin Z., Gao D., Lv H., et al. Resurgence of respiratory syncytial virus infection during COVID-19 pandemic among children in Shanghai, China. *Front Microbiol.* 2022;13:938372. DOI: 10.3389/fmicb.2022.938372
- Joseph J., Achi S., Sheppard R., Ayinla R. Respiratory syncytial virus and SARS-CoV-2 co-infections during the COVID-19 pandemic: a case series of coexisting respiratory infections in a New York city public health care system. *Chest.* 2021;160:A382. DOI: 10.1016/j.chest.2021.07.383
- Morales-Jadán D., Muslin C., Viteri-Dávila C., Castro-Rodríguez B., Vallejo-Janeta A.P., Henríqu A.R., et al. Coinfection of SARS-CoV-2 with other respiratory pathogens in outpatients from Ecuador. *Front Public Health.* 2023;11:1264632. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1264632
- Patel D.A., Marcum Z.A., Chansakul A., Toyip A., Nerney K., Panozzo C., et al. Economic burden of cardiorespiratory hospitalizations associated with respiratory syncytial virus among United States adults in 2017-2019. *Hum Vaccines Immunother.* 2024;20:2364493. DOI: 10.1080/21645515.2024.2364493
- Sominina A.A., Pisareva M.M., Grudinina M.P., Eropekin M.Yu., Konovalova N.I., Sukhovetskaya V.F., et al. Two years of experience in hospital surveillance for the severe influenza like illnesses in St. Petersburg: etiology, clinical characterization of diseases, antigenic and genetic properties of isolated influenza viruses. *MIR J.*

- 2015;2(1):44-55. DOI: 10.18527/2500-2236-2015-2-1-44-55
24. Weekly influenza and acute respiratory viral infection bulletin. Smorodintsev Research Institute of Influenza of the Ministry of Health of the Russian Federation. Available at: www.influenza.spb.ru/surveillance/flu-bulletin/. Accessed September 9, 2025. Russian. (Еженедельный бюллетень по гриппу и ОРВИ. ФГБУ «Научно-исследовательский институт гриппа имени А.А. Смородинцева» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Доступно по адресу: www.influenza.spb.ru/surveillance/flu-bulletin/. Ссылка активна на 09 сентября 2025 г.)
 25. Krivitskaya V.Z. Respiratory syncytial virus infection. Pathogenesis peculiarities, prevention and treatment strategies. *Curr Pediatr*. 2013;12:35. DOI: 10.15690/vsp.v12i2.618
 26. Kuhn J.H. Elevation of the paramyxoviral subfamily Pneumovirinae to family status as family Pneumoviridae in the order Mononegavirales; and renaming of one pneumoviral genus. Technical Report. June 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.2275.2081
 27. McLellan J.S., Ray W.C., Peeples M.E. Structure and function of respiratory syncytial virus surface glycoproteins. *Curr Top Microbiol Immunol*. 2013;372:83-104. DOI: 10.1007/978-3-642-38919-1_4
 28. Krzyzaniak M.A., Zumstein M.T., Gerez J.A., Picotti P., Helenius A., et al. Host cell entry of respiratory syncytial virus involves macropinocytosis followed by proteolytic activation of the F protein. *PLoS Pathog*. 2013;9:e1003309. DOI: 10.1371/journal.ppat.1003309
 29. Fuentes S., Tran K.C., Luthra P., Teng M.N., He B. Function of the respiratory syncytial virus small hydrophobic protein. *J Virol*. 2007;81:8361-8366. DOI: 10.1128/JVI.02717-06
 30. Ruiz-Galiana J., Cantón R., De Lucas Ramos P., García-Botella A., García-Lledó A., Hernández-Sampelayo T., et al. Respiratory syncytial virus: a new era. *Rev Esp Quimioter*. 2024;37:134-148. DOI: 10.37201/req/147.2023
 31. Tomoya I., Naoto T., Yayoi A. Immunohistochemical detection of respiratory syncytial virus at autopsy. *Pediatr Int*. 2019;61(8):781-791. DOI: 10.1111/ped.13901
 32. Durant L.R., Makris S., Voorburg C.M., Loebbermann J., Johansson C., Openshaw P.J.M., et al. Regulatory T Cells prevent Th2 immune responses and pulmonary eosinophilia during respiratory syncytial virus infection in mice. *J Virol*. 2013;87:10946-10954. DOI: 10.1128/JVI.01295-13
 33. Wang J., Kong L., Luo Q., Maj H. Dual effects of respiratory syncytial virus infections on airway inflammation by regulation of Th17/Treg responses in ovalbumin-challenged mice. *Inflammation*. 2014;37:1984-2005. DOI: 10.1007/s10753-014-9931-0
 34. Lucey D.R., Clerici M., Shearer G.M. Type 1 and Type 2 cytokine dysregulation in human infectious, neoplastic, and inflammatory diseases. *Clin Microbiol Rev*. 1996;9(4):532-562. DOI: 10.1128/CMR.9.4.532
 35. Falsey A.R., Singh H.K., Walsh E.E. Serum antibody decay in adults following natural respiratory syncytial virus infection. *J Med Virol*. 2006;78:1493-1497. DOI: 10.1002/jmv.20724
 36. Mangoldt T.C., Van Herck M.A., Nullens S., Ramet J., De Dooy J.J., Jorens P.J., et al. The role of Th17 and Treg responses in the pathogenesis of RSV infection. *Pediatr Res*. 2015;78:483-491. DOI: 10.1038/pr.2015.143
 37. Hancock G.E., Tebbey P.W., Scheuer C.A., Pryharski K.S., Heers K.M., LaPierre N.A. Immune responses to the nonglycosylated ectodomain of respiratory syncytial virus attachment glycoprotein mediate pulmonary eosinophilia in inbred strains of mice with different MHC haplotypes. *J Med Virol*. 2003;70:301-308. DOI: 10.1002/jmv.10395
 38. Bukreyev A., Yang L., Fricke J., Cheng L., Ward J.M., Murphy B.R., et al. The secreted form of respiratory syncytial virus G glycoprotein helps the virus evade antibody-mediated restriction of replication by acting as an antigen decoy and through effects on Fc receptor-bearing leukocytes. *J Virol*. 2008;82:12191-12204. DOI: 10.1128/JVI.01604-08
 39. Rossi G.A., Colin A.A. Respiratory syncytial virus – host interaction in the pathogenesis of bronchiolitis and its impact on respiratory morbidity in later life. *Pediatr Allergy Immunol*. 2017;28:320-331. DOI: 10.1111/pai.12716
 40. Self W.H., Williams D.J., Zhu Y., Ampofo K., Pavia A.T., Chappell J.D., et al. Respiratory viral detection in children and adults: comparing asymptomatic controls and patients with community-acquired pneumonia. *J Infect Dis*. 2016;213:584-591. DOI: 10.1093/infdis/jiv323
 41. Wald T.G., Miller B.A., Shult P., Drinka P., Langer L., Gravenstein S. et al. Can respiratory syncytial virus and influenza A be distinguished clinically in institutionalized older persons? *J Am Geriatr Soc*. 1995;43:170-174. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1995.tb06384.x
 42. Kenmoe S., Nair H. The disease burden of respiratory syncytial virus in older adults. *Curr Opin Infect Dis*. 2024;37(2):129-136. DOI: 10.1097/QCO.0000000000001000
 43. Walsh E.E., Peterson D.R., Falsey A.R. Is Clinical recognition of respiratory syncytial virus infection in hospitalized elderly and high-risk adults possible? *J Infect Dis*. 2007;195:1046-1051. DOI: 10.1086/511986
 44. Sato R., Judy J., Yacisin K., Begier E., Sardana P., Agrawal N., et al. Immediate post-discharge care among US adults hospitalized with respiratory syncytial virus infection. *BMC Pulm Med*. 2024;24:486. DOI: 10.1186/s12890-024-03251-y
 45. Mehta J., Walsh E.E., Mahadevia P.J., Falsey A.R. Risk factors for respiratory syncytial virus illness among patients with chronic obstructive pulmonary disease. *COPD J Chronic Obstr Pulm Dis*. 2013;10:293-299. DOI: 10.3109/15412555.2012.744741
 46. DeMartino J.K., Lafeuille M.H., Emond B., Rossi C., Wang J., Liu S., et al. Respiratory syncytial virus-related complications and healthcare costs among a Medicare-insured population in the United States. *Open Forum Infect Dis*. 2023;10:ofad203. DOI: 10.1093/ofid/ofad203
 47. Vega-Piris L., Carretero S.G., Mayordomo J.L., Zarzuelo M.B.R., Rio V., García V.G., et al. Severity of

- respiratory syncytial virus compared with SARS-CoV-2 and influenza among hospitalised adults ≥ 65 years. *J Infect.* 2024;89:106292. DOI: 10.1016/j.jinf.2024.106292
48. Ambrosch A., Lubber D., Klawonn F., Kabesch M. Focusing on severe infections with the respiratory syncytial virus (RSV) in adults: risk factors, symptomatology and clinical course compared to influenza A / B and the original SARS-CoV-2 strain. *J Clin Virol.* 2023;161:105399. DOI: 10.1016/j.jcv.2023.105399
49. Riccò M., Corrado S., Palmieri S., Marchesi F. Respiratory syncytial virus: a systematic review and meta-analysis of tomographic findings (2000-2022). *Children.* 2023;10:1169. DOI: 10.3390/children10071169
50. Mayer J., Lehnert N., Egerer G., Kauczor H., Heußel C. CT-morphological characterization of respiratory syncytial virus (RSV) pneumonia in immune-compromised adults. *RöFo.* 2014;186:686-692. DOI: 10.1055/s-0033-1356353
51. Stefanidis K., Konstantelou E., Yusuf G.T., Oikonomou A., Tavernarakis K., Karakitsos D., et al. Radiological, epidemiological and clinical patterns of pulmonary viral infections. *Eur J Radiol.* 2021;136:109548. DOI: 10.1016/j.ejrad.2021.109548
52. Chulanov V.P., Gorelov A.V., Malyavin A.G. Clinical guidelines. Acute respiratory viral infections in adults, 2024. Available at: https://rnmot.org/video/repository/klinicheskie_rekomendacii_orvi_10102023_801a37eb.pdf. Accessed September 9, 2025. Russian. (Чуланов В.П., Горелов А.В., Малавин А.Г. Клинические рекомендации. Острые респираторные вирусные инфекции (ОРВИ) у взрослых, 2024 г. Доступно по адресу: https://rnmot.org/video/repository/klinicheskie_rekomendacii_orvi_10102023_801a37eb.pdf. Ссылка активна на 09 сентября 2025 г.)
53. Infectious Diseases. National Guidelines. Edited by Academician of the Russian Academy of Medical Sciences N.D. Yushchuk and Academician of the Russian Academy of Natural Sciences Yu.Ya. Vengerov. 2nd edition, revised and enlarged. Moscow: GEOTAR-Media Publishing House, 2019. 1004 p. Russian. (Инфекционные болезни. Национальное руководство. Под ред. акад. РАМ Н.Д. Ющук, акад. РАЕН Ю.Я. Венгерова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство ГЭОТАР-Медиа, 2019. 1004 с.)
54. Lin C.Y., Hwang D., Chiu N.C., Weng L.C., Liu H.F., Mu J.J., et al. Increased detection of viruses in children with respiratory tract infection using PCR. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17:564. DOI: 10.3390/ijerph17020564
55. Falsey A.R., Formica M.A., Walsh E.E. Diagnosis of respiratory syncytial virus infection: comparison of reverse transcription-PCR to viral culture and serology in adults with respiratory illness. *J Clin Microbiol.* 2002;40:817-820. DOI: 10.1128/JCM.40.3.817-820.2002
56. Whitley D.M., Symris M.W., Mackay I.M., Sloots T.P. Detection of human respiratory syncytial virus in respiratory samples by LightCycler reverse transcriptase PCR. *J Clin Microbiol.* 2002;40:4418-4422. DOI: 10.1128/JCM.40.12.4418-4422.2002
57. Talbot H.K., Falsey A.R. The diagnosis of viral respiratory disease in older adults. *Clin Infect Dis.* 2010;50:747-751. DOI: 10.1086/650486
58. Thuy T.T., Park H., Tuong H.T., Yu S.T., Choi D.U., Yeo S.J. Development of a rapid fluorescent immunochromatographic test to detect respiratory syncytial virus. *Int J Mol Sci.* 2018;19:3013. DOI: 10.3390/ijms19103013
59. Onwuchekwa C., Atwell J., Moreo L.M., Menon S., Machado B., Siapka M., et al. Pediatric respiratory syncytial virus diagnostic testing performance: a systematic review and meta-analysis. *J Infect Dis.* 2023;228:1516-1527. DOI: 10.1093/infdis/jiad185
60. Bierbaum S., Forster J., Berner R., Rücker G., Rohde G., Neumann-Haefelin D., et al. Detection of respiratory viruses using a multiplex real-time PCR assay in Germany, 2009/10. *Arch Virol.* 2014;159:669-676. DOI: 10.1007/s00705-013-1876-3
61. Onwuchekwa C., Moreo L.M., Menon S., Machado B., Curcio D., Kalina W., et al. Underascertainment of respiratory syncytial virus infection in adults due to diagnostic testing limitations: a systematic literature review and meta-analysis. *J Infect Dis.* 2023;228:173-184. DOI: 10.1093/infdis/jiad012
62. Murphy C., Mak L., Cheng S.M.S., Kalina G.Y.Z., Chun A.M.C., Leung K.K.Y., et al. Diagnostic performance of multiplex lateral flow tests in ambulatory patients with acute respiratory illness. *Diagn Microbiol Infect Dis.* 2024;110:116421. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2024.116421
63. Falsey A.R., Walsh E.E. Respiratory syncytial virus infection in adults. *Clin Microbiol Rev.* 2000;13(3):371-384. DOI: 10.1128/CMR.13.3.371
64. Walsh E.E., Falsey A.R. Age related differences in humoral immune response to respiratory syncytial virus infection in adults. *J Med Virol.* 2004;73:295-299. DOI: 10.1002/jmv.20090
65. Trang T.P., Whalen M., Hilts-Horeczko A., Doernberg S.B., Liu C. Comparative effectiveness of aerosolized versus oral ribavirin for the treatment of respiratory syncytial virus infections: a single-center retrospective cohort study and review of the literature. *Transpl Infect Dis.* 2018;20:e12844. DOI: 10.1111/tid.12844
66. Hall C.B., McBride J.T. Aerosolized ribavirin treatment of infants with respiratory syncytial viral infection. A randomized double-blind study. *N Engl J Med.* 1983;308(24):1443-1447. DOI: 10.1056/NEJM198306163082403
67. Ventre K., Randolph A.G. Ribavirin for respiratory syncytial virus infection of the lower respiratory tract in infants and young children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010;2010(5):CD000181. DOI: 10.1002/14651858.CD000181.pub4
68. Chemaly R.F., Aitken S.L., Wolfe C.R., Jain R., Boeckh M.G. Aerosolized ribavirin: the most expensive drug for pneumonia. *Transpl Infect Dis.* 2016;18:634-636. DOI: 10.1111/tid.12551
69. DeVincenzo J., Tait D., Efthimiou J., Mori J., Kim Y.I., Thomas E., et al. A randomized, placebo-controlled, respiratory syncytial virus human challenge study of the

- antiviral efficacy, safety, and pharmacokinetics of RV521, an inhibitor of the RSV-F protein. *Antimicrob Agents Chemother.* 2020;64:e01884-19. DOI: 10.1128/AAC.01884-19
70. Mayo Clinic Press. Diseases & Conditions. Respiratory Syncytial Virus (RSV). 2023. Available at: www.mayoclinic.org/diseases-conditions/respiratory-syncytial-virus/symptoms-causes/syc-20353098. Accessed September 2025.
 71. Wright M., Piedimonte G. Respiratory syncytial virus prevention and therapy: past, present, and future. *Pediatr Pulmonol.* 2011;46:324-347. DOI: 10.1002/ppul.21377
 72. Corneli H.M., Holubkov R., Nelson K.A., Lillis K.A., Baskin M.N., Dean J.N., et al. A multicenter, randomized, controlled trial of dexamethasone for bronchiolitis. *N Engl J Med.* 2007;357(4):331-339. DOI: 10.1056/NEJMoa071255
 73. Teeratakulpisarn J., Limwattananon C., Tanupattarachai S., Limwattananon S., Teeratakulpisarn S., Kosalaraksa P. Efficacy of dexamethasone injection for acute bronchiolitis in hospitalized children: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Pediatr Pulmonol.* 2007;42:433-439. DOI: 10.1002/ppul.20585
 74. Karadag B., Ceran O., Guven G., Dursun E., Ipek I.O., Karakoc F., et al. Efficacy of salbutamol and ipratropium bromide in the management of acute bronchiolitis – a clinical trial. *Respiration.* 2008;76:283-287. DOI: 10.1159/000111817
 75. Ermers M.J.J., Rovers M.M., Van Woensel J.B., Kimpen J.L.L., Bont L.J. The effect of high dose inhaled corticosteroids on wheeze in infants after respiratory syncytial virus infection: randomised double-blind placebo-controlled trial. *BMJ.* 2009;338:b897-b897. DOI: 10.1136/bmj.b897
 76. Chowdhury D., Howasi M.A., Khalil M., Al-Frayh A.S., Chowdhury S., Ramia S. The role of bronchodilators in the management of bronchiolitis: a clinical trial. *Ann Trop Paediatr.* 1995;15:77-84. DOI: 10.1080/02724936.1995.11747752
 77. Wang E.E., Milner R., Allen U., et al. Bronchodilators for treatment of mild bronchiolitis: a factorial randomised trial. *Arch Dis Child.* 1992;67:289-293. DOI: 10.1136/adc.67.3.289
 78. National Institute for Health and Care Excellence (NICE) guideline 2023. Suspected acute respiratory infection in over 16s: assessment at first presentation and initial management. Available at: www.nice.org.uk/guidance/ng237/resources/suspected-acute-respiratory-infection-in-over-16s-assessment-at-first-presentation-and-initial-management-pdf-66143901172165. Accessed September 2025.
 79. Viguria N., Navascués A., Juanbeltz R., Echeverría A., Ezpeleta C., Castilla J. Effectiveness of palivizumab in preventing respiratory syncytial virus infection in high-risk children. *Hum Vaccines Immunother.* 2021;17:1867-1872. DOI: 10.1080/21645515.2020.1843336
 80. Tenenbaum T., Liese J., Welte T., Rademacher J. Respiratory syncytial virus-associated respiratory diseases in children and adults. *Dtsch Arztebl Int.* 2024;121(9):303-312. DOI: 10.3238/arztebl.m2024.0060
 81. Order of the Moscow Department of Healthcare dated December 25, 2024, No. 4491-r, "On measures aimed at the all-season prevention of respiratory syncytial virus infection in children in the city of Moscow, financed from the Moscow city budget." 2024. Available at: www.mos.ru/dzdrav/documents/department-acts/view/315622220/. Accessed September 9, 2025. Russian. (Распоряжение Департамента здравоохранения города Москвы от 25.12.2024 № 4491-р «О мероприятиях, направленных на внесезонную профилактику респираторно-синцитиальной вирусной инфекции у детей в городе Москве, за счет средств бюджета города Москвы». 2024 г. Доступно по адресу: www.mos.ru/dzdrav/documents/department-acts/view/315622220/. Ссылка активна на 09 сентября 2025 г.)
 82. Alfano F., Bigoni T., Caggiano F.P., Papi A. Respiratory syncytial virus infection in older adults: an update. *Drugs Aging.* 2024;41:487-505. DOI: 10.1007/s40266-024-01118-9
 83. Walsh E.E., Pérez Marc G., Zareba A.M., Falsey A.R., Jiang Q., Patton M. Efficacy and safety of a bivalent RSV prefusion F vaccine in older adults. *N Engl J Med.* 2023;388:1465-1477. DOI: 10.1056/NEJMoa2213836
 84. Papi A., Ison M.G., Langley J.M., Lee D.G., Leroux-Roels I., Martinon-Torres F., et al. Respiratory syncytial virus prefusion F protein vaccine in older adults. *N Engl J Med.* 2023;388:595-608. DOI: 10.1056/NEJMoa2209604
 85. Wilson E., Goswami J., Baqui A.H., Doreski P.A., Perez-Marc G., Zaman K., et al. Efficacy and safety of an mRNA-based RSV PreF vaccine in older adults. *N Engl J Med.* 2023;389:2233-2344. DOI: 10.1056/NEJMoa2307079
 86. Kaslow D.C. Approval letter: Arexvy. Silver Spring. MD: US Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration 2023. Available at: www.fda.gov/media/167806/download. Accessed September 2025.
 87. Kaslow D.C. Approval letter: Abrysvo. Silver Spring. MD: US Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration 2023. Available at: www.fda.gov/media/168890/download. Accessed September 2025.
 88. Walsh E.E. RENOIR Trial – RSVpreF vaccine efficacy over two seasons. *N Engl J Med.* 2024;391:1459-1460. DOI: 10.1056/NEJMc2311560
 89. Tartof S.Y., Aliabadi N., Goodwin G., Slezak J., Hong V., Ackerson B., et al. Estimated vaccine effectiveness for respiratory syncytial virus-related lower respiratory tract disease. *JAMA Netw Open.* 2024;7:e2450832. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.50832
 90. Payne A.B., Watts J.A., Mitchell P.K., Dascomb K., Irving S.A., Klein N.P., et al. Respiratory syncytial virus (RSV) vaccine effectiveness against RSV-associated hospitalisations and emergency department encounters among adults aged 60 years and older in the USA, October, 2023, to March, 2024: a test-negative design analysis. *The Lancet.* 2024;404:1547-1559. DOI: 10.1016/S0140-6736(24)01738-0

91. Vaccine Scheduler, RSV: Recommended Vaccinations. Available at: <https://vaccine-schedule.ecdc.europa.eu/Scheduler/ByDisease?SelectedDiseaseId=53&SelectedCountryIdByDisease=-1>. Accessed September 2025.
92. FDA approves first vaccine for pregnant individuals to prevent RSV in infants. United States: Food and Drug Administration; Available at: www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-approves-first-vaccine-pregnant-individuals-prevent-rsv-infants. Accessed September 2025.
93. Simões E.A.F., Center K.J., Tita A.T.N., Swanson K.A., Radley D., Houghton J., et al. Prefusion F protein-based respiratory syncytial virus immunization in pregnancy. *N Engl J Med.* 2022;386:1615-1626. DOI: 10.1056/NEJMoa2106062
94. Walsh E.E., Falsey A.R. Scott D.A. A randomized phase 1/2 study of a respiratory syncytial virus prefusion F vaccine. *J Infect Dis.* 2022;225:1357-1366. DOI: 10.1093/infdis/jiab612
95. Pfizer's ABRYVO® receives positive CHMP opinion for adults aged 18 to 59. Available at: www.pfizer.com/news/announcements/pfizers-abryvor-receives-positive-chmp-opinion-adults-aged-18-59. Accessed September 2025.
96. Leroux-Roels, I., Davis, M.G., Steenackers, K. Safety and immunogenicity of a respiratory syncytial virus prefusion F (RSVPref3) candidate vaccine in older adults: phase 1/2 randomized clinical trial. *J Infect Dis.* 2023;227:761-772. DOI: 10.1093/infdis/jiac327
97. Ison M.G., Papi A., Athan E. (AReSVi-006 Study Group). Efficacy and safety of respiratory syncytial virus (RSV) prefusion F protein vaccine (RSVPref3 OA) in older adults over 2 RSV seasons. *Clin Infect Dis.* 2024;78(6):1732-1744. DOI: 10.1093/cid/ciae010
98. Hong-Nguyen Y.K., Toerner J., Lee L., Allende M.C., Kaslow D.C. Regulatory review of benefits and risks of preventing infant RSV disease through maternal immunization. *NPJ Vaccines.* 2024;9:210. DOI: 10.1038/s41541-024-01002-y
99. ModernaTX, Inc. A study of mRNA-1345 vaccine targeting respiratory syncytial virus (RSV) in adults ≥50 years of age (RSVVictory). Available at: <https://clinicaltrials.gov/study/NCT05330975>. Accessed September 2025.
100. Food and Drug Administration. Approval letter: mRESVIA. Silver Spring, MD: US Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration. 2024. Available at: www.fda.gov/media/179015/download. Accessed September 2025.
101. European Medicines Agency. European Public Assessment Report (EPAR)-mRESVIA. Available at: www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/mresvia-epar-product-information_en.pdf. Accessed September 2025.
102. Goswami J., Cardona J.F., Hsu D.C., Simorellis A.K., Wilson L., Dhar R., et al. Safety and immunogenicity of mRNA-1345 RSV vaccine coadministered with an influenza or COVID-19 vaccine in adults aged 50 years or older: an observer-blinded, placebo-controlled, randomised, phase 3 trial. *Lancet Infect Dis.* 2024;S1473309924005899. DOI: 10.1016/S1473-3099(24)00589-9
103. Food and Drug Administration (FDA). FDA Requires Guillain-Barré Syndrome (GBS) Warning in the prescribing information for RSV vaccines Abrysvo and Arexvy. 2025. Available at: www.fda.gov/vaccines-blood-biologics/safety-availability-biologics/fda-requires-guillain-barre-syndrome-gbs-warning-prescribing-information-rsv-vaccines-abrysvo-and. Accessed September 2025.
104. On the interim results of a clinical trial of a vaccine against respiratory syncytial virus infection. Smorodintsev Research Institute of Influenza, Ministry of Health of the Russian Federation. Available at: www.influenza.spb.ru/news/id806/. Accessed September 9, 2025. Russian. (О промежуточных итогах клинического исследования вакцины против респираторно-синцитиальной вирусной инфекции. Научно-исследовательский институт гриппа имени А.А. Смородиной Министерства здравоохранения Российской Федерации. Доступно по адресу: www.influenza.spb.ru/news/id806/. Ссылка активна на 09 сентября 2025 г.)
105. Zubkova T., Research Institute of Influenza, Russia (Responsible Party). Evaluation of RSV/Flu-01E vaccine for the prevention of RSV infection in volunteers aged 18 to 59 years and over 60 years n.d. Available at: <https://clinicaltrials.gov/study/NCT05970744>. Accessed September 2025.
106. Fuchs J., Hübner J., Schmidt A., Irgang P., Maier C., Viera Antao A., et al. Evaluation of adenoviral vector Ad19a encoding RSV-F as novel vaccine against respiratory syncytial virus. *NPJ Vaccines.* 2024;9:205. DOI: 10.1038/s41541-024-01001-z
107. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Infection prevention and control recommendations for healthcare settings. 2020. Available at: www.cdc.gov/infection-control. Accessed September 2025.
108. Messina A., Germano C., Avellis V., Tavella E., Dodaro V., Massaro A., et al. New strategies for the prevention of respiratory syncytial virus (RSV). *Early Hum Dev.* 2022;174:105666. DOI: 10.1016/j.earlhumdev.2022.105666
109. Wong S.C., Lam G.M., AuYeung C.Y., Chan V.W.M., Wong N.L.D., So S.Y.K., et al. Absence of nosocomial influenza and respiratory syncytial virus infection in the coronavirus disease 2019 (COVID-19) era: implication of universal masking in hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2021;42:218-221. DOI: 10.1017/ice.2020.425
110. Sung A.D., Sung J.A.M., Thomas S., Hyslop T., Gasparretto C., Long G., et al. Universal mask usage for reduction of respiratory viral infections after stem cell transplant: a prospective trial. *Clin Infect Dis.* 2016;63:999-1006. DOI: 10.1093/cid/ciw451
111. La E.M., Bunniran S., Garbinsky D., Reynolds M., Schwab Ph., Poston S., et al. Respiratory syncytial virus knowledge, attitudes, and perceptions among adults in the United States. *Hum Vaccines Immunother.* 2024;20:2303796. DOI: 10.1080/21645515.2024.2303796