

<https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-6-59-64>

## Актуальные серотипы *Streptococcus pneumoniae*, циркулировавшие на территории Свердловской области в 2020–2021 годах

Е. В. Болгарова\*<sup>1</sup>, Ю. А. Захарова<sup>1</sup>, И. С. Мухачев<sup>2</sup>, И. А. Короткова<sup>1</sup>,  
И. А. Иващенко<sup>1</sup>, А. В. Остапчук<sup>1</sup>, О. И. Мамонтов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Екатеринбургский НИИ вирусных инфекций ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> ФГКУ «1026 Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора» Минобороны России, г. Екатеринбург, Россия

### Резюме

**Актуальность.** Изучение распространения отдельных серотипов *S. pneumoniae* имеет важное эпидемиологическое и клиническое значение. Особую актуальность в аспекте данной проблемы имеет Свердловская область, где 20% внебольничной пневмонии (ВП) вызывает *S. pneumoniae* и до 70% ВП заканчивается летальным исходом. **Цель.** Изучить особенности серотипового пейзажа *S. pneumoniae* среди невакцинированных детей (от 0 до 5 лет) и вакцинированных взрослых (от 19 до 27 лет).

**Материалы и методы.** В эпидемиологическом наблюдательном описательно-оценочном исследовании анализировались данные, полученные при исследовании носоглоточных мазков, взятых в двух группах наблюдения: невакцинированные дети в возрасте от 0 до 5 лет с диагнозом «острая респираторная инфекция (ОРИ)» – 159 человек и вакцинированные взрослые в возрасте от 19 до 27 лет с диагнозом «практически здоров» – 392. Методом мультиплексной ПЦР выполнено молекулярно-генетическое типирование 20 распространённых серотипов/серогрупп *S. pneumoniae* (1, 2, 3, 4, 5, 14, 16F, 19A, 19F, 23A, 23F, 6ABCD, 7AF, 9AV, 9LN, 11AD, 15AF, 18ABCF, 22AF, 12FAB/44/46, 33AF/37). **Результаты и обсуждение.** У 27,0% и 28,1% лиц изучаемых групп наблюдения установлено присутствие в биологическом материале 12 серотипов *S. pneumoniae*: вакцинных – 19F – 2,6%, 6ABCD – 2,6%, 4 – 2,0%, 23F – 2,0%, 9AV – 1,3%, 9LN – 0,6%, 11AD – 1,3%, 18ABCF – 2,0% и невакцинных – 15AF – 0,7%, 16F – 0,6%. В структуре доминировали нетипируемые штаммы с наибольшей долей (77,3%) среди взрослого иммунизированного населения и 53,5% среди невакцинированных детей. Среди типизируемых штаммов, выявленных у детей, 70,0% относились к вакцинным (чаще определяли серотипы 19F и 23F), среди взрослых преобладали 3 и 12F/A/B/44/46. **Заключение.** На примере детского неиммунизированного и взрослого иммунизированного населения Свердловской области подтверждена тенденция роста циркуляции на территории РФ нетипируемых штаммов *S. pneumoniae*, что делает актуальными задачи по совершенствованию мониторинга и оптимизации молекулярно-генетических методов идентификации возбудителя с целью дальнейшей разработки современных средств специфической и неспецифической профилактики, включая современные антимикробные средства и отечественную вакцину.

**Ключевые слова:** *Streptococcus pneumoniae*, серотипы/серогруппы, мониторинг циркуляции, Свердловская область  
Конфликт интересов не заявлен.

**Для цитирования:** Болгарова Е. В., Захарова Ю. А., Мухачев И. С. и др. Актуальные серотипы *Streptococcus pneumoniae*, циркулировавшие на территории Свердловской области в 2020–2021 годах. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2022;21(6):59–64 <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2022-21-6-59-64>

### Current *Streptococcus Pneumoniae* Serotypes in Sverdlovsk Region in 2020–2021

EV Bolgarova\*<sup>1</sup>, YuA Zakharova<sup>1</sup>, IS Mukhachev<sup>2</sup>, IA Korotkova<sup>1</sup>, IA Ivashchenko<sup>1</sup>, AV Ostapchuk<sup>1</sup>, OI Mamontov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ekaterinburg Research Institute of Viral Infections, Federal Budgetary Research Institution «State Research Center of Virology and Biotechnology «Vector», Rosпотребнадзор (Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being), Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup> Federal State-Owned Enterprise «1026 Center of State Sanitary and Epidemiological control», Ministry of Defense of the Russian Federation, Ekaterinburg, Russia

\* Для переписки: Болгарова Екатерина Викторовна, научный сотрудник Екатеринбургского НИИ вирусных инфекций ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, 620030, г. Екатеринбург, ул. Летняя, 23. +7 (912) 208-59-02, [bolgarova\\_ev@eniivi.ru](mailto:bolgarova_ev@eniivi.ru). ©Болгарова Е. В. и др.

\*\* Ekaterina V. Bolgarova, researcher, laboratory of respiratory viral infections, Ekaterinburg Research Institute of Viral Infections, Federal Budgetary Research Institution «State Research Center of Virology and Biotechnology «Vector», Rosпотребнадзор, Ekaterinburg, Russia. +7 (912) 208-59-02, [bolgarova\\_ev@eniivi.ru](mailto:bolgarova_ev@eniivi.ru).

**Abstract**

**Relevance.** Studying the spread of individual *S. pneumoniae* serotypes is of special epidemiologic and clinical importance. Sverdlovsk Region with the 20% proportion of community-acquired pneumonia and its proportion among the causes of mortality of up to 70% is of special concern. **Aims.** Studying the features of the *S. pneumoniae* serotype landscape in individual socially significant population groups in Sverdlovsk Region in 2020 and 2021. **Materials and methods.** The work presents the results of testing nasopharyngeal smears collected in two observation groups, namely, that of 159 unvaccinated children aged 0 to 5 with acute respiratory infections (ARI), and that of 392 apparently healthy adults aged 19 to 27. We performed molecular genetic typing for identification of 20 leading *S. pneumoniae* serotypes/serogroups (1, 2, 3, 4, 5, 14, 16F, 19A, 19F, 23A, 23F, 6ABCD, 7AF, 9AV, 9LN, 11AD, 15AF, 18ABCF, 22AF, 12FAB/44/46, 33AF/37) using multiplex polymerase chain reaction (PCR). **Results and discussion.** In the individuals of the studied groups of observation, in 27.0% and 28.1% of the cases the study detected the *S. pneumoniae* in the biological material with circulation of 12 «vaccine» (19F – 2,6%, 6ABCD – 2,6%, 4 – 2,0%, 23F – 2,0%, 9AV – 1,3%, 9LN – 0,6%, 11AD – 1,3%, 18ABCF – 2,0%) and «nonvaccine» (15AF – 0,7%, 16F – 0,6%) serotypes. Nontypable strains with the highest proportion (77.3%) among the immunized adult population were predominant in the structure; in the unvaccinated children, this rate was 53.5%. Among the typable strains in children, 70.0% belonged to the vaccine ones, and most frequently the study identified 19F and 23F serotypes, while serotypes 3 and 12F/A/B/44/46 dominated among the adults. **Conclusion.** The study of unimmunized pediatric and immunized adult populations of Sverdlovsk Region confirmed a trend toward an increase in the circulation of nontypable *S. pneumoniae* strains in the Russian Federation, which sets the agenda to improve the monitoring system and optimize molecular genetic techniques for identification of the pathogens and upgrade the present specific and nonspecific preventive remedies, including the current antimicrobial ones and locally-produced vaccine.

**Keywords:** *Streptococcus pneumoniae*, serotypes/serogroups, monitoring of circulation, Sverdlovsk Region

No conflict of interest to declare.

**For citation:** Bolgarova EV, Zakharova YuA, Mukhachev IS et al. Current *Streptococcus Pneumoniae* Serotypes in Sverdlovsk Region in 2020–2021. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2022;21(6): 59–64 (In Russ.). <https://doi:10.31631/2073-3046-2022-21-6-59-64>

**Введение**

Несмотря на наличие эффективных вакцин, пневмококковая инфекция остается актуальной медицинской проблемой в силу серотипового разнообразия пневмококков [1,2]. Более 90 серотипов *S. pneumoniae* идентифицировано по биохимической структуре капсульного полисахарида, что свидетельствует о высокой пластичности и рекомбинантной изменчивости его генома, приводящей на фоне неконтролируемого использования антимикробных средств к формированию устойчивости. Учитывая, что капсула является основным фактором вирулентности возбудителя, серотипирование по капсульному полисахариду необходимо не только для внутривидовой идентификации, но для определения тяжести инфекционного процесса [3,4]. Известно, что распространение актуальных серотипов *S. pneumoniae* на определённых территориях и в отдельных группах населения зависит от возраста, практики применения антибактериальной терапии, клинических проявлений инфекции, демографических характеристик региона, охвата населения вакцинацией, штаммового состава вакцин [5,6]. Результаты исследований, проведённых в разных странах, свидетельствуют, что более 80% наиболее тяжёлых инвазивных случаев пневмококковой инфекции, как правило, обусловлены 20 серотипами, в их числе 13 вызывают до 70–75% случаев манифестных форм. Повышенной устойчивостью к основным классам антибиотиков характеризуются представители серотипов 23, 19 и 6 [4,7]. Наиболее часто инвазивные формы у детей до 5 лет вызывают серотипы

4, 6, 9, 14, 18, 19 и 23, в остальных возрастных группах преобладают 4, 6, 9, 12, 14, 19 и 23 [4,8,9].

Ряд серотипов *S. pneumoniae* (6AB, 9V, 14, 18AC, 19A F и 23F) приводят к тяжёлому течению заболевания, серотипы 1, 7F, 8, 4 и 5 – не осложнённо-му [10]. При этом штаммы, отнесённые к вариантам 6B, 9V, 14, 19A, 19F и 23F, обладают устойчивостью к антибиотикам, что снижает эффективность традиционной этиотропной терапии. Особого внимания заслуживает информация о циркуляции в РФ серотипов 19F, 14, 9VA, 15 AF, 6 ABCD, 3 и 23F [11–14], часть из них не представлена в современных вакцинах (15 AFC; 6 CD; 9A).

Не вызывает сомнений факт, что вакцинация позволяет существенно снизить заболеваемость от пневмококковой инфекции детей раннего возраста (до 3 лет) и лиц старшей возрастной группы (после 65 лет) [15]. Однако, несмотря на значительные успехи, достигнутые в ходе иммунизации, на отдельных территориях возникают новые угрозы, связанные с колонизацией локусов организма человека невакцинными и безкапсульными вариантами *S. pneumoniae* [4]. Особую актуальность в аспекте изучения проблемы имеет Свердловская область, где на долю внебольничных пневмоний в структуре инфекционной заболеваемости (без учета гриппа и острых респираторных инфекций) приходится до 20%, а среди причин смерти – до 70% [12].

**Цель работы** – изучить особенности серотипового пейзажа *S. pneumoniae*, циркулирующих в Свердловской области среди не вакцинированных детей (от 0 до 5 лет) и вакцинированных взрослых (от 19 до 27 лет).

### Материалы и методы

В 2020–2021 гг. в Свердловской области в ходе эпидемиологического наблюдательного описательно-оценочного исследовании проведено изучение циркуляции *S. pneumoniae* в двух группах населения. Обследовано 551 человек, включая 159 детей (первая группа) в возрасте от 0 до 5 лет, находившихся на госпитализации в медицинских организациях г. Екатеринбурга с диагнозом «острая респираторная инфекция (ОРИ)» и 392 взрослых (вторая группа) в возрасте от 19 до 27 лет из организованных коллективов с диагнозом «практически здоров». Все обследованные лица (в случае детского населения их официальные представители) дали письменное информированное согласие на участие в исследовании, прошли анкетирование, в ходе которого установлено, что в первой группе (дети с диагнозом ОРИ) полностью отсутствовала вакцинация от пневмококковой инфекции, во второй группе (взрослые с диагнозом «практически здоров») показатель иммунизации, напротив, составил 100%, использовалась вакцина Пневмовакс 23.

Забор биоматериала (носоглоточные мазки) осуществляли при поступлении детей в стационар в процессе медицинского осмотра, у взрослых – при проведении плановой диспансеризации. Образцы биологического материала после взятия помещали в коммерческие транспортные системы с жидкой питательной средой Амиеса (Deltalab, Испания). Тотальную ДНК выделяли из транспортной среды с использованием набора ДНК-Сорб или «РИБО-преп» (ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Москва) в соответствии с инструкцией изготовителя.

Для подтверждения присутствия генетического материала (нуклеотидных последовательностей) *S. pneumoniae* в биологической пробе проводили

детекцию видоспецифических генов *cpsA* (протеин, участвующий в биосинтезе полисахаридов капсулы) и *lytA* (ген вирулентности, кодирующий фермент аутолизин) методом ПЦР. Серотипирование *S. pneumoniae* методом капсульного ПЦР-типирования включало использование специфической комплексной панели (ФГБУ ДНКЦ ИБ ФМБА, Санкт-Петербург), включающей детекцию 20 ведущих серотипов/серогрупп 1, 2, 3, 4, 5, 14, 16F, 19A, 19F, 23A, 23F, 6ABCD, 7AF, 9AV, 9LN, 11AD, 15AF, 18ABCF, 22AF, 12FAB/44/46, 33AF/37.

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием методов описательной статистики Microsoft Excel и STATISTICA 12.0 (StatSoft, США) и определением 95% доверительного интервала по методу Клоппера-Пирсона (точный метод) [95%ДИ]. Различия считали значимыми при  $p \leq 0,05$ .

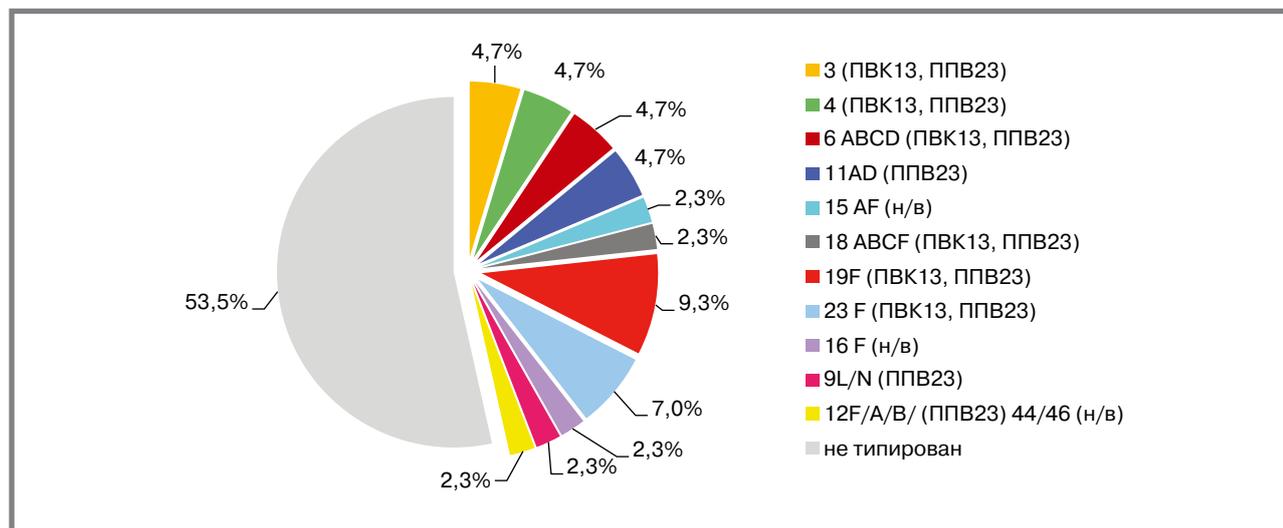
### Результаты и обсуждение

При исследовании проб носоглоточных смывов, отобранных у 551 человек, входящих в обе группы наблюдения, ДНК *S. pneumoniae* была обнаружена в 153 образцах, что составило 27,8%. Только в 29,4% положительных проб ( $n = 153$ ), удалось определить серотип *S. pneumoniae* ( $n = 45$ ), возможной причиной было наличие в образцах ДНК серотипов, не включенных в диагностическую панель, присутствие бескапсульных или дефектных штаммов. Всего идентифицировано 12 серотипов/серогрупп *S. pneumoniae*. Наибольшую долю в структуре имели серотип 3 (7,8%) и серогруппа 12F/A/44/46 (5,9%). Были выявлены «вакцинные» (19F – 2,6%, 6ABCD – 2,6%, 4 – 2,0%, 23F – 2,0%, 9AV – 1,3%, 9LN – 0,6%, 11AD – 1,3%, 18ABCF – 2,0%) и «не вакцинные» серотипы (15AF – 0,7%, 16F – 0,6%).

Полученные результаты свидетельствуют об увеличении доли нетипируемых штаммов *S. pneumoniae*,

**Рисунок 1. Серотипы *Streptococcus pneumoniae*, выделенные у невакцинированных детей Свердловской области с диагнозом острая респираторная инфекция, % (2020–2021 гг.)**

**Figure 1. *Streptococcus pneumoniae* serotypes isolated in unvaccinated children with acute respiratory infections in Sverdlovsk Region, % (2020–2021)**



циркулирующих в 2020–2021 гг. на территории Свердловской области относительно 2006–2016 гг. (70,6% против 12,8%,  $p < 0,05$ ), где, по данным ранее проведенных исследований, в группах детского и взрослого населения отмечены наиболее актуальные и значимые в этиологии серотипы 14 (14,7%), 6A/BCD (17,3%), 15A/F (13,3%) и 19F (9,3%) [12]. Таким образом, за период наблюдения произошла смена серотипового пейзажа *S. pneumoniae*. В динамике существенно утратили свои основные позиции серотипы 6A/B/C/D (2,6%) и 19F (2,6%), ранее суммарно занимавшие 26,6%, а серотип 14, активно циркулировавший на территории Свердловской области в предшествующий период (14,7%), в 2020–2021 гг. не был выявлен.

В первой группе, включавшей невакцинированных детей с диагнозом ОРИ ( $n = 43$ ), *S. pneumoniae* был обнаружен у 27,0% обследованных. Среди выявленных *S. pneumoniae* 46,5% ( $n = 20$ ) принадлежали к 11 серотипам [ДИ 95%: 31,2–61,9] (рис. 1).

Ведущие ранговые места заняли серотипы 19F (9,3%) и 23F (7,0%). По данным научной литературы известно, что оба ассоциированы с лекарственной устойчивостью, чаще других вызывают инвазивные формы болезни [4,12,15,16].

При сопоставлении серотипов, входящих в состав 13-валентной конъюгированной пневмококковой вакцины (чаще используемой при иммунизации детского населения) и серотипов *S. pneumoniae*, циркулирующих в первой группе, установлено 70,0% соответствие (таб. 1).

Таким образом, среди невакцинированных детей с диагнозом ОРИ доминировали серотипы, входящие в состав пневмококковой вакцины.

Во второй группе (вакцинированные взрослые с диагнозом «практически здоров») из 392 проб *S. pneumoniae* выявлен в 28,1% случаев ( $n = 110$ ), из них только в 22,7% [ДИ 95%: 14,9–30,6] определена серотиповая принадлежность ( $n = 25$ ) (рис. 2).

Наибольший удельный вес имел серотип 3 – 9,1%, второй по значимости была серогруппа 12F/A/B/44/46 – 7,3%.

Установлено полное (100%) совпадение серотипов *Streptococcus pneumoniae*, выделенных во второй группе, с серотипами, входящими в состав 23-валентной конъюгированной полисахаридной пневмококковой вакцины (таб. 2).

Таким образом, во второй группе наблюдалось полное перекрытие выделенных серотипов вакцинными штаммами.

Проведенное исследование позволило установить существенные изменения в серотиповом пейзаже *Streptococcus pneumoniae* в 2020–2021 гг. по сравнению с 2006–2016 гг. в двух группах населения (невакцинированные дети с диагнозом ОРИ и вакцинированные взрослые с диагнозом «практически здоров»). В структуре выделенных серотипов *Streptococcus pneumoniae* доминировали нетипируемые штаммы (70,6% против 12,8%,  $p < 0,05$ ), сменились отдельные представители (с серогрупп 14, 6A/B/C/D, 15A/F и 19F на 3 и 12F/A/44/46), часть серотипов утратили свою актуальность (6A/B/C/D и 19F) или исчезли совсем (14).

**Заключение**

Анализ серотиповой структуры *S. pneumoniae* в двух группах наблюдения позволил прийти к заключению о существенном и достоверно значимом ( $p < 0,001$ ) преобладании среди взрослого

**Таблица 1. Соответствие серотипового пейзажа *Streptococcus pneumoniae* в составе 13-валентной конъюгированной пневмококковой вакцины и *Streptococcus pneumoniae* от невакцинированных детей Свердловской области с диагнозом острая респираторная инфекция, % (2020–2021 гг.)**  
**Table 1. Concordance between *Streptococcus pneumoniae* serotype landscape as part of 13-valent conjugated pneumococcal vaccine and *Streptococcus pneumoniae* from unvaccinated children with acute respiratory infections in Sverdlovsk Region, % (2020–2021)**

Конъюгированная пневмококковая вакцина Conjugated pneumococcal vaccine	Серотипы <i>S. Pneumoniae</i> Serotypes of <i>S. pneumoniae</i>												
	1	3	4	5	6	7	9	14	18	19	23	не вакцинированные vaccinated	% перекрываемости % overlap
	Серотипы у детей с ОРИ, абс (%)												
		2 (10%)	2 (10%)		2 (10%)				1 (5%)	4 (20%)	3 (15%)	6 (30%)	70,0%
13-валентная вакцина 13-valent vaccine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		



Таким образом, на фоне массовой вакцинопрофилактики от пневмококковой инфекции, прогнозируемый рост циркуляции в человеческой популяции серотипов *S. pneumoniae*, не входящих в состав и не определяемых современными лабораторными методами, делает актуальными задачи по совершенствованию мониторинга за серотиповым пейзажем *S. pneumoniae*, на территориях с высокой заболеваемостью и в группах риска населения (эпидемиологический компонент надзора), оптимизации и расширения мультиплексного серотипирования возбудителя с внедрением новых методов микробиологической и молекулярно-биологической

диагностики (лабораторный компонент надзора). На основе полученных данных и эффективной организации эпидемиологического надзора за пневмококковой инфекцией разработка эффективных методов специфической и неспецифической профилактики, включая современные antimicrobные средства и отечественную пневмококковую вакцину, позволит существенно снизить циркуляцию актуальных клинических изолятов *S. pneumoniae*, общую заболеваемость и тяжелые инвазивные формы инфекции.

Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-25-20129).

## Литература

1. Баранова А. А., Брико Н. И., Намазова-Баранова Л. С. и др. Стрептококки и пневмококки: Руководство для врачей. М.: Феникс; 2013.
2. Ceyhan M., Ozsurekci Y., Güler N., et al. Serotype distribution of Streptococcus pneumoniae in children 102 with invasive diseases in Turkey: 2008–2014 // Human Vaccines Immunotherapeutics. 2016. Vol. 12, N2. P. 308–313.
3. Messaoudi M., Milenkov M., Albrich W.C., et al. The Relevance of a Novel Quantitative Assay to Detect up to 40 Major Streptococcus pneumoniae Serotypes Directly in Clinical Nasopharyngeal and Blood Specimens // PLoS ONE. 2016. Vol. 11, N3.
4. Zariyova A. Z., Bayazitova L. T., Tyupkina O. F. и др. Фенотипические и генотипические свойства Streptococcus pneumoniae при бактерионосительстве // Практическая медицина. 2018. Т. 16, №9. С. 106–112.
5. Feldman C., Anderson R. Epidemiology, virulence factors and management of the pneumococcus. F1000Research. 2016. Vol. 5. 2320.
6. Зайтцев А. А., Акимкин В. Г., Брико Н. И. Вакцинопрофилактика пневмококковых инфекций: в фокусе взрослые из организованных коллективов // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2018. №4. С. 72–81.
7. Протасова И. Н., Бахарева Н. В., Перьянова О. В., и др. Смена серотипов Streptococcus pneumoniae у детей, вакцинированных 7-валентной конъюгированной вакциной. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2014. №5 (78). С. 67–71.
8. Намазова-Баранова Л. С., Федосеева М. В., Вишнева Е. А. и др. Теоретические основы и реальные результаты: обзор материалов по вакцинопрофилактике пневмококковой инфекции в мире // Педиатрическая фармакология. 2018. Т. 15, №1. С. 58–74.
9. Брико Н. И., Коршунов В. А., Ломоносов К. С. Пневмококковая инфекция в Российской Федерации: состояние проблемы. Вестник РАМН. 2021. Т. 76, №1. С. 28–42.
10. Белошницкий Г. В., Корольова И. С. Серотиповой пейзаж пневмококков, выделенных при пневмококковом менингите, в Российской Федерации // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2015. №2 (81). С. 19–25.
11. Козлов Р. С., Чагарян А. Н., Козлова Л. В. и др. Серологическая характеристика и чувствительность к антибиотикам пневмококков, выделенных у детей в возрасте до 5 лет в отдельных регионах Российской Федерации // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2001. Т. 13, №2. С. 177–187.
12. Голубкова А. А., Сомова А. В. Роль Streptococcus pneumoniae в этиологии внебольничных пневмоний в крупном промышленном регионе Российской Федерации. Тихоокеанский медицинский журнал. 2018. №3. С. 29–33.
13. van Gils E.J., Veenhoven R.H., Hak E., et al. Pneumococcal conjugate vaccination and nasopharyngeal acquisition of pneumococcal serotype 19A strains // JAMA. 2010. Vol. 304, N10. P. 1099–1106.
14. Reinert R.R. The antimicrobial resistance profile of Streptococcus pneumoniae // Clin Microbiol Infect. 2009. Vol. 15, Suppl. 3. P. 7–11.
15. Фельдман И. В., Семериков В. В., Голоднова С. О. и др. Результаты серотипирования Str. pneumoniae, циркулирующих на территории г. Перми // Здоровье семьи – 21 век. 2013. Т. 2, №2. С. 200–210.
16. Hausdorff W.P., Bryant J., Paradiso P.R., Siber G.R. Which pneumococcal serogroups cause the most invasive diseases: implications for conjugate vaccine formulation and use. Clin Infect Dis 2000. Vol. 30, N1. P. 100–121.
17. Маянский Н. А., Алыбаева Н. М., Лазарева А. В. и др. Серотиповое разнообразие и резистентность пневмококков. Вестник Российской академии медицинских наук. 2014. Т. 69, №7–8. С. 38–45.
18. Hausdorff W.P., Feikin D.R., Klugman K.P. Epidemiological differences among pneumococcal serotypes. Lancet Infect Dis 2005. Vol. 5. P. 83–93.

## References

1. Baranova A.A., Briko N.I., Namazova-Baranova L.S., et al. Streptococci and pneumococci: Manual for doctors. Moscow: Feniks; 2013 (In Russ).
2. Ceyhan M., Ozsurekci Y., Güler N., et al. Serotype distribution of Streptococcus pneumoniae in children 102 with invasive diseases in Turkey: 2008–2014. Human Vaccines Immunotherapeutics. 2016. Vol. 12, N2. P. 308–313. doi: 10.1080/21645515.2015.1078952
3. Messaoudi M., Milenkov M., Albrich W.C., et al. The Relevance of a Novel Quantitative Assay to Detect up to 40 Major Streptococcus pneumoniae Serotypes Directly in Clinical Nasopharyngeal and Blood Specimens. PLoS ONE. 2016. Vol. 11, N3. DOI:10.1371/journal.pone.0151428
4. Zariyova A.Z., Bayazitova L.T., Tyupkina O.F., et al. Fenotipicheskiye i genotipicheskiye svoystva Streptococcus pneumoniae pri bakterionositel'stve. Prakticheskaya meditsina. 2018; 16 (9):106–112 (In Russ).
5. Feldman C., Anderson R. Epidemiology, virulence factors and management of the pneumococcus. F1000Research. 2016. Vol. 5. 2320. DOI:10.12688/f1000research.92823.1
6. Zaytsev A.A., Akimkin V.G., Briko N.I. Vaksinooprofilaktika pnevmokokkovykh infektsiy: v fokuse vzroslye iz organizovannykh kollektivov. Epidemiologiya i infektsionnyye bolezni. Aktualnyye voprosy. 2018; (4):72–81 (In Russ). DOI: https://dx.doi.org/10.18565/epidemiol.2018.4.72–81
7. Protasova I.N., Bahareva N.V., Per'yanova O.V., et al. Smena serotipov Streptococcus pneumoniae u detey, vaksinirovannykh 7-valentnoi konjugirovannoy vaksiny. Epidemiologiya i vaksinooprofilaktika; 2014. No. 5 (78). P. 67–71. (In Russ).
8. Namazova-Baranova L.S., Fedoseienko M.V., Vishneva E.A., et al. Teoreticheskiye osnovy i real'nyye rezul'taty: obzor materialov po vaksinooprofilaktike pnevmokokkovoy infektsiyi v mire. Pediatricheskaya farmakologiya. 2018; 15(1): 58–74 (In Russ). doi: 10.15690/pfv15i1.1844
9. Briko N.I., Korshunov V.A., Lomonosov K.S. Pnevmokokkovaya infektsiya v Rossiyskoi Federatsiyi: sostoyaniye problemy. Vestnik RAMN. 2021; 76(1): 28–42 (In Russ). doi: https://doi.org/10.15690/vramn1404
10. Beloshitskiy G.V., Korolyova I.S. Serotipovoy peizazh pnevmokokkov, vydelennykh pri pnevmokokkovom meningite, v Rossiyskoi Federatsiyi. Epidemiologiya i vaksinooprofilaktika; 2015. No.2 (81). P. 19–25 (In Russ).
11. Kozlov R.S., Chagarian A.N., Kozlova L.V., et al. Serologicheskaya harakteristika i chuvstvitel'nost k antibiotikam pnevmokokkov, vydelennykh u detey v vozraste do 5 let v otde'l'nykh regionakh Rossiyskoy Federatsiyi. Klinicheskaya mikrobiologiya i antimirkrobnaya himioterapiya. 2001; 13(2):177–187 (In Russ).
12. Golubkova A.A., Somova A.V. Rol' Streptococcus pneumoniae v etiologii vnebol'nychnykh pnevmoniy v крупном промышленном регионе Rossiyskoy Federatsiyi. Tihookeanskiy meditsinskiy zhurnal. 2018. No. 3. P. 29–33 (In Russ).
13. van Gils E.J., Veenhoven R.H., Hak E., et al. Pneumococcal conjugate vaccination and nasopharyngeal acquisition of pneumococcal serotype 19A strains. JAMA. 2010. Vol. 304, N10. P. 1099–1106. DOI:10.1001/jama.2010.1290
14. Reinert R.R. The antimicrobial resistance profile of Streptococcus pneumoniae. Clin Microbiol Infect. 2009. Vol. 15, Suppl. 3. P. 7–11. DOI:10.1111/j.1469-0691.2009.02724.x
15. Feldblum I.V., Semerikov V.V., Golodnova S.O. et al. Rezul'taty serotipirovaniya Str. pneumoniae, tsirkuliruyushchih na territoriyi g. Permi. Zdorov'ye sem'yi – 21 vek. 2013; 2(2): 200–210 (In Russ).
16. Hausdorff W.P., Bryant J., Paradiso P.R., Siber G.R. Which pneumococcal serogroups cause the most invasive diseases: implications for conjugate vaccine formulation and use. Clin Infect Dis 2000. Vol. 30, N1. P. 100–121. DOI:10.1086/313608
17. Mayanskiy N.A., Alyabayeva N.M., Lazareva A.V., et al. Serotipovoye raznoobrazie i rezistentnost' pnevmokokkov. Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskih nauk. 2014; 69 (7–8): 38–45 (In Russ).
18. Hausdorff W.P., Feikin D.R., Klugman K.P. Epidemiological differences among pneumococcal serotypes. Lancet Infect Dis 2005. Vol. 5. P. 83–93. DOI 10.1016/S1473-3099(05)70083-9

## Об авторах

- **Екатерина Викторовна Болгарова** – научный сотрудник лаборатории респираторных вирусных инфекций, Екатеринбургского НИИ вирусных инфекций ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, Екатеринбург, Россия. +7 (912) 208-59-02, bolgarova\_ev@enivi.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6140-2546.
- **Юлия Александровна Захарова** – д. м. н., заместитель руководителя по научной работе, главный научный сотрудник Екатеринбургского НИИ вирусных инфекций ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, Екатеринбург, Россия. +7 (912) 643-50-60, zakharova\_ya@enivi.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3416-0902.
- **Иван Семенович Мухачев** – начальник центра, Федеральное государственное казенное учреждение «1026 Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора» Министерства обороны Российской Федерации, Екатеринбург, Россия. +7 (912) 260-61-31, faust.78@mail.ru. ORCID https://orcid.org/0000-0003-2669-7144.
- **Инна Александровна Короткова** – младший научный сотрудник лаборатории респираторных вирусных инфекций, Екатеринбургского НИИ вирусных инфекций ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, Екатеринбург, Россия. +7 (914) 463-49-10, korotkova\_ia@enivi.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5074-7925.
- **Иван Александрович Ивашченко** – старший лаборант лаборатории клеточных культур, Екатеринбургского Екатеринбургского НИИ вирусных инфекций ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, Екатеринбург, Россия. +7 (922) 100-46-90, chizzarp@mail.ru. ORCID https://orcid.org/0000-0002-3584-9528.
- **Анна Владимировна Остапчук** – младший научный сотрудник, Екатеринбургского НИИ вирусных инфекций ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, Екатеринбург, Россия. +7 (982) 773-16-96, ostapchuk\_ava@enivi.ru. ORCID https://orcid.org/0000-0002-8157-6866.
- **Олег Игоревич Мамонов** – начальник отдела, Федеральное государственное казенное учреждение «1026 Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора» Министерства обороны Российской Федерации, Екатеринбург, Россия. +7 (982) 735-24-25, evildoc47@gmail.ru.

Поступила: 13.07.2022. Принята к печати: 14.10.2022.  
Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

## About the Authors

- **Ekaterina V. Bolgarova** – researcher, laboratory of respiratory viral infections, Ekaterinburg Research Institute of Viral Infections, Federal Budgetary Research Institution «State Research Center of Virology and Biotechnology «Vector», Rosпотребнадзор (Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being), Ekaterinburg, Russia. +7 (912) 208-59-02, bolgarova\_ev@enivi.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6140-2546.
- **Yulia A. Zakharova** – Dr. Sci. (Med.), deputy Head of Scientific work, head researcher, Ekaterinburg Research Institute of Viral Infections, Federal Budgetary Research Institution «State Research Center of Virology and Biotechnology «Vector», Rosпотребнадзор (Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being), Ekaterinburg, Russia. +7 (912) 643-50-60, zakharova\_ya@enivi.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3416-0902.
- **Ivan S. Mukhachev** – head of the center, Federal State-Owned Enterprise «1026 Center of State Sanitary and Epidemiological control», Ministry of Defense of the Russian Federation, Ekaterinburg, Russia. +7 (912) 260-61-31, faust.78@mail.ru. ORCID https://orcid.org/0000-0003-2669-7144.
- **Korotkova Inna A.** – junior researcher, laboratory of respiratory viral infections, Ekaterinburg Research Institute of Viral Infections, Federal Budgetary Research Institution «State Research Center of Virology and Biotechnology «Vector», Rosпотребнадзор (Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being), Ekaterinburg, Russia. +7 (914) 463-49-10, korotkova\_ia@enivi.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5074-7925.
- **Ivan A. Ivashchenko** – senior technician, cell culture laboratory, Ekaterinburg Research Institute of Viral Infections, Federal Budgetary Research Institution «State Research Center of Virology and Biotechnology «Vector», Rosпотребнадзор (Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being), Ekaterinburg, Russia. +7 (922) 100-46-90, chizzarp@mail.ru. ORCID https://orcid.org/0000-0002-3584-9528.
- **Anna V. Ostapchuk** – junior researcher, Ekaterinburg Research Institute of Viral Infections, Federal Budgetary Research Institution «State Research Center of Virology and Biotechnology «Vector», Rosпотребнадзор (Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being), Ekaterinburg, Russia. +7 (982) 773-16-96, ostapchuk\_ava@enivi.ru. ORCID https://orcid.org/0000-0002-8157-6866.
- **Oleg I. Mamontov** – department head, Federal State-Owned Enterprise «1026 Center of State Sanitary and Epidemiological control», Ministry of Defense of the Russian Federation, Ekaterinburg, Russia. +7 (982) 735-24-25, evildoc47@mail.ru.

Received: 13.07.2022. Accepted: 14.10.2022.  
Creative Commons Attribution CC BY 4.0.