

ПОПУЛЯЦИОННЫЙ ИММУНИТЕТ К ВИРУСАМ КОРИ И КРАСНУХИ У НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ СЕРБИЯ

М.А. Бичурина¹, С.Б. Филипович-Вигньевич², А.Ю. Антипова¹, М.Д. Банцевич²,
И.Н. Лаврентьева¹

¹ ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия

² Институт вирусологии, вакцин и сывороток «Торлак», Белград, Сербия

Резюме. *Введение.* Согласно стратегическому плану ВОЗ, в 2020 г. корь должна быть элиминирована в пяти из шести регионов ВОЗ, в том числе в Европейском регионе. Однако в разных европейских странах периодически регистрируются крупные вспышки кори. В Республике Сербия (РС) в 2018 г. выявлено 5076 случаев кори, из них 15 — с летальным исходом. Цель исследования — изучение популяционного иммунитета к вирусу кори и вирусу краснухи у населения Республики Сербия. *Материалы и методы.* На наличие антител класса IgG к вирусам кори и краснухи были исследованы образцы сывороток крови, полученных в 2018 и 2019 гг. от условно здоровых жителей Республики Сербия пяти возрастных групп: I — дети с 2 до 6 лет, II — дети с 8 до 14 лет, III — с 15 до 24 лет, IV — с 25 до 49 лет, V — старше 50 лет. Всего было получено 1000 образцов, по 200 сывороток в каждой группе. Использованы ИФА тест-системы Enzygnost® Anti-Measles virus/IgG и Enzygnost® Anti-Rubella virus/IgG (Siemens Healthcare Diagnostics Products GmbH, Германия) в соответствии с инструкцией производителя. *Результаты.* В целом около 23,0% обследованных лиц не имели антител класса IgG к вирусу кори, у 33,7% регистрировали «низкий» уровень антител ($\geq 275,0$ — $\leq 1000,0$ МЕ/л). В I группе 60% детей или не имели антител (АТ) (29,5%), или имели «низкий» их титр (30,5%). IgG-корь «низкого» уровня преобладали у лиц из II и III групп ($p < 0,05$). У трети детей в возрасте от 8 до 14 лет были обнаружены IgG-корь антитела в «высоком» титре ($> 3000,0$ МЕ/л), что может быть доказательством недавно перенесенной кори. Аналогичные результаты получены при определении IgG-антител к вирусу краснухи в тех же возрастных группах. *Обсуждение.* Результаты исследования свидетельствуют о нарушениях плановой иммунизации против кори и краснухи детей в возрасте 12–15 месяцев (первичная иммунизация) и 6–7 лет (ревакцинация) трехкомпонентной вакциной MMR и подтверждаются официальными данными по охвату прививками против кори и краснухи в Республике Сербия.

Ключевые слова: Республика Сербия, коллективный иммунитет, иммунизация, вирус, корь, краснуха.

A HERD IMMUNITY TO MEASLES AND RUBELLA VIRUSES IN THE POPULATION OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Bichurina M.A.^a, Filipović-Vignjević S.^b, Antipova A.Yu.^a, Bančević M.^b, Lavrentieva I.N.^a

^a St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation

^b Institute of Virology, Vaccines and Sera “Torlak”, Belgrade, Serbia

Abstract. According to the WHO Strategic Plan, measles should be eradicated in 2020 in the five WHO Regions including European Region. However, large measles outbreaks are being periodically registered in diverse European countries. In the Republic of Serbia (SRB), 5,076 measles cases were detected in 2018, among which 15 cases were fatal. Aim

Адрес для переписки:

Антипова Анастасия Юрьевна
197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, 14,
ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера.
Тел.: 8 (812) 232-94-11. E-mail: anti130403@mail.ru

Contacts:

Anastasia Yu. Antipova
197101, Russian Federation, St. Petersburg, Mira str., 14,
St. Petersburg Pasteur Institute.
Phone: +7 (812) 232-94-11. E-mail: anti130403@mail.ru

Для цитирования:

Бичурина М.А., Филипович-Вигньевич С.Б., Антипова А.Ю., Банцевич М.Д.,
Лаврентьева И.Н. Популяционный иммунитет к вирусам кори и краснухи
у населения Республики Сербия // Инфекция и иммунитет. 2021. Т. 11,
№ 1. С. 171–176. doi: 10.15789/2220-7619-TTO-1496

Citation:

Bichurina M.A., Filipović-Vignjević S., Antipova A.Yu., Bančević M.,
Lavrentieva I.N. A herd immunity to measles and rubella viruses in the
population of the Republic of Serbia // Russian Journal of Infection
and Immunity = Infektsiya i immunitet, 2021, vol. 11, no. 1, pp. 171–176.
doi: 10.15789/2220-7619-TTO-1496

of the study was to examine herd immunity to measles and rubella viruses in the population of the Republic of Serbia. *Materials and methods.* Blood serum samples obtained in 2018 and 2019 from conditionally healthy residents of the Republic of Serbia were tested for the presence of IgG antibodies to measles and rubella viruses in five age groups: I — children from 2 to 6 years old, II — children from 8 to 14 years old, III — 15 to 24 years old, IV — 25 to 49 years old and V — over 50 years old. A total of 1000 samples were obtained, 200 sera in each group. Enzygnost® Anti-Measles virus/IgG and Enzygnost® Anti-Rubella virus/IgG ELISA test systems (Siemens Healthcare Diagnostics Products GmbH, Germany) were used according to the manufacturer's instructions. *Results.* Overall, around 23.0% and 33.7% of the surveyed persons had no or low level of anti-measles IgG antibody ($\geq 275.0 - \leq 1000.0$ IU/l). In age group I, 60% children contained no or "low" anti-measles antibodies titer (29.5% and 30.5%, respectively). In addition, low antibody titer level was mainly detected in individuals from age group II and III ($p < 0.05$). A third of children under 8–14 contained high IgG-antibodies titer against measles (> 3000.0 IU/l) that might serve as an evidence that such subjects recently recovered after measles. Similar results were obtained for IgG antibodies to rubella in the same age groups. *Discussion.* The study results evidence about altered routine immunization against measles and rubella in children aged 12–15 months (first vaccination) and those at age of 6–7 years (revaccination) with MMR vaccine. The data obtained correlate with official data on coverage with measles and rubella vaccines in the Republic of Serbia.

Key words: Republic of Serbia, herd immunity, immunization, virus, measles, rubella.

Введение

Начиная с 2005 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) реализует стратегический план по борьбе с корью, в соответствии с которым поставлена цель снижения смертности от кори в глобальном масштабе и элиминации инфекции в отдельных регионах мира [11]. Сроки выполнения плана неоднократно корректировались, были перенесены вначале с 2010 на 2015 г., а потом на 2020 г. [9, 12]. В настоящее время глобальной целью стратегического плана по элиминации кори, краснухи и врожденной краснухи является достижение элиминации кори в пяти из шести регионов ВОЗ, в том числе в Европейском регионе.

Однако, несмотря на наличие доступных высокоиммуногенных вакцин, периодически возникают крупные вспышки кори не только в развивающихся, но и в индустриально развитых странах [1, 3, 6, 7].

В Европейском регионе ВОЗ, после снижения числа случаев кори в 2016 г., в 2017 г. было зарегистрировано 23 927 случаев, а в 2018 г. заболеваемость корью выросла до 82 599 случаев. Наиболее пораженными странами оказались Украина (53 218 случаев), Республика Сербия (РС) (5076 случаев), Грузия (2203 случая) и Израиль (2919 случаев) [5, 14]. В пяти странах Европейского региона ВОЗ (Украина, РС, Израиль, Франция и Италия) в 2018 г. был выявлен 81% случаев кори от всего числа случаев, документированных в регионе [6, 10, 15]. Кроме того, в 2018 г. было зарегистрировано 72 случая смерти от кори в 10 странах Европейского региона. Наибольшее число летальных исходов было документировано в Румынии (22 случая), на Украине (15 случаев) и в РС (15 случаев). Среди заболевших 47% составили невакцинированные, а у 26% больных вакцинный статус был не известен. Чаще всего болели лица в возрасте от 20 лет и старше.

В 2019 г. корь продолжала распространяться в Европейском регионе ВОЗ. Всего зарегистрировано 104 420 случаев кори. Наибольшее число случаев было выявлено на Украине ($n = 57\,332$), в Казахстане ($n = 13\,326$), в Российской Федерации ($n = 4161$), Греции ($n = 3920$), Турции ($n = 2890$).

Ситуация по краснухе в Европейском регионе ВОЗ относительно благополучная. В 2019 г. было зарегистрировано 634 случая, в том числе в Польше — 292 случая, на Украине — 142 случая.

Важным элементом эпидемиологического надзора за корью и краснухой является слежение за состоянием специфического иммунитета к вирусам кори и краснухи, который позволяет оценить не только эффективность и качество проводимой специфической профилактики этих инфекций, но и выявить наличие скрыто протекающего эпидемического процесса. Цель исследования — изучение популяционного иммунитета к вирусам кори и краснухи у населения РС.

Материалы и методы

На наличие антител класса IgG к вирусам кори и краснухи (IgG-корь и IgG-краснуха) исследовано 1000 образцов сывороток крови, полученных от условно здоровых жителей РС, разделенных на 5 возрастных групп: I — дети 2–6 лет, получившие, возможно, первую дозу вакцины MMR за 1 год — 5 лет до момента исследования; II — дети 8–14 лет, которым должна была быть введена вторая доза вакцины за 1 год — 8 лет до момента исследования; III — лица 15–24 лет; IV — 25–49 лет; V — старше 50 лет. Взятие крови осуществлялось с октября 2018 г. по июнь 2019 г. В каждой группе было исследовано по 200 образцов.

Исследование сывороток крови проводили в ИФА с тест-системами Enzygnost® Anti-Measles virus/IgG и Enzygnost® Anti-Rubella virus/IgG (Siemens Healthcare Diagnostics Products GmbH,

Германия) в соответствии с инструкцией производителя. Для оценки результатов использовали протокол ВОЗ [13].

Статистическую обработку данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента. В качестве порога достоверности отличий было определено значение вероятности $p < 0.05$.

Результаты

В РС в соответствии с национальным календарем прививок дети получают вакцину ММР (корь+краснуха+паротит) дважды: первую дозу в 12–15 месяцев, вторую дозу в 6–7 лет (до школы).

Данные о наличии IgG-корь у лиц разного возраста в РС представлены в табл. 1.

Показано, что в группах I, III и IV доля положительных к вирусу кори сывороток крови статистически значимо ниже, чем во II и V группах ($p < 0,05$). Высокая доля (30,0%) серонегативных лиц в первой группе свидетельствует о недостаточном охвате при проведении вакцинации детей первой дозой вакцины. Во II группе, у детей, которые должны были недавно получить вторую дозу вакцины, отмечено снижение процента серонегативности (15,0%). В III и IV группах, на отдаленных сроках после ревакцинации (10 и более лет), вновь констатировали увеличение числа серонегативных к вирусу кори лиц (29,9 и 34,2% соответственно). Увеличение доли серопозитивных к вирусу кори в V группе (старше 50 лет) до 89,5% связано, очевидно, с тем, что данную возрастную группу составили преимущественно лица, переболевшие инфекцией в прошлом. Как известно, корь оставляет пожизненный иммунитет.

Основная часть обследованных лиц была из Белграда. Только в IV группе, в которой был выявлен самый низкий процент серопозитивных лиц к вирусу кори (65,8%), оказалось возможным распределение по четырем отдельным территориям. На двух территориях, Белград и Лазаревац, процент серопозитивных лиц был статистически достоверно ниже ($p < 0,05$) (64,5 и 48,8% соответственно) по сравнению с двумя другими территориями — Уб и Обреновац (73,0 и 77,5% соответственно).

Не было выявлено существенных различий в количестве серопозитивных к вирусу кори мужчин и женщин во всех рассматриваемых возрастных группах. В целом среди женщин процент положительных результатов составил 78,4%, среди мужчин — 74,1%.

Распределение сывороток крови у лиц разного возраста по уровню IgG-корь представлено в табл. 2.

В соответствии с инструкцией изготовителя тест-системы на IgG-корь сыворотки с показа-

телем не более 275 МЕ/л считали отрицательными. Данные сыворотки были отнесены в отдельную подгруппу. Все сыворотки с показателем выше 275 МЕ/л расценивались как положительные. Данные сыворотки распределены на три подгруппы. В первую подгруппу вошли сыворотки с показателем 275,0–1000,0 МЕ/л (условно «низкие» титры), возможно, обусловленным наличием поствакцинальных антител. Вторую подгруппу составили сыворотки с показателем 1000,0–3000,0 МЕ/л (условно «средние» титры), который мог быть следствием присутствия как поствакцинальных антител, так и антител, приобретенных после перенесенной инфекции в прошлом. В третью подгруппу были включены сыворотки с высоким показателем — от 3000,0 до 5000,0 и более МЕ/л. Такой результат могли дать постинфекционные антитела, которые сформировались или после недавно перенесенной инфекции, или после перенесенного заболевания в прошлом.

Анализ полученных результатов показал, что в целом около 23,0% обследованных лиц не имели IgG-корь, у 33,7% регистрировали низкий уровень IgG-корь, а у 28,4% выявлен высокий уровень антител.

В I возрастной группе 60% детей или не имели антител (29,5%), или имели их в «низком» титре (30,5%). Антитела IgG-корь «низкого» уровня преобладали в возрастных группах 8–14 лет и 15–24 года (41,5 и 49,7% соответственно), эти показатели статистически значимо ниже, чем в остальных трех группах ($p < 0,05$). Доля сывороток со средним уровнем IgG-корь во всех возрастных группах колебалась незначительно (от 11,0% во II группе до 17,5% в I группе). Наибольшая доля сывороток с высоким уровнем IgG-корь выявлена в V группе у лиц старше 50 лет (49,0%); показатель был статистически значимо выше по сравнению с аналогичными показателями во всех остальных четырех

Таблица 1. Наличие антител IgG-корь у лиц разного возраста в Республике Сербия

Table 1. Detected anti-measles IgG antibodies in diverse age groups in the Republic of Serbia

№ группы No. of group	Возраст, лет Age, years	Число обследованных лиц Number of the subjects examined	Из них IgG-корь+ IgG-measles+ among subjects	
			абс. abs.	%M±m
I	2–6	200	141	70,0±3,2
II	8–14	200	170	85,0±2,5
III	15–24	201	141	70,1±3,2
IV	25–49	199	131	65,8±3,4
V	≥ 50	200	179	89,5±2,2
Итого Total		1000	762	76,2±1,3

Таблица 2. Уровень IgG-корь у лиц разного возраста в Республике Сербия

Table 2. Detected IgG-antibodies against measles in diverse age groups in the Republic of Serbia

№ группы No. of group	Возраст, лет Age, years	Число исследованных сывороток The number of examined serum samples	Из них уровень IgG-корь, МЕ/л Titer of IgG-measles antibody among subjects, IU/l							
			≤ 275,0		≥ 275,0 – ≤ 1000,0		> 1000,0 – ≤ 3000,0		> 3000,0	
			абс. abs.	%	абс. abs.	%	абс. abs.	%	абс. abs.	%
I	2–6	200	59	29,5	61	30,5	35	17,5	45	22,5
II	8–14	200	30	15,0	83	41,5	22	11,0	65	32,5
III	15–24	201	50	24,9	100	49,7	30	15,0	21	10,4
IV	25–49	199	68	34,2	47	23,6	29	14,6	55	27,6
V	≥ 50	200	22	11,0	46	23,0	34	17,0	98	49,0
Итого Total		1000	229	22,9	337	33,7	150	15,0	284	28,4

группах ($p < 0,05$). У $\frac{1}{3}$ детей в возрасте 8–14 лет также обнаружены IgG-корь в «высоком» титре, что может быть обусловлено участием этой группы детей в подъеме заболеваемости корью в РС в последние годы.

Доля лиц, имеющих суммарно средний и высокий уровни антител IgG-корь, колебалась от 25,4% (III возрастная группа) до 66% (V возрастная группа).

Полученные результаты говорят о недостатках плановой вакцинации детей первой дозой вакцины MMR. Об этом же свидетельствуют и результаты, полученные при исследовании сывороток крови детей в отношении IgG-краснуха (табл. 3).

В I группе доля серопозитивных лиц к вирусу краснухи составила только 72,0% и была сравнима с результатами в отношении вируса кори (70,0%). В остальных возрастных группах (II–V) доля серопозитивных лиц к вирусу краснухи была статистически достоверно выше, чем в I группе ($p < 0,05$). Был проведен анализ показателей уровня IgG-краснуха у лиц разного возраста в РС.

Таблица 3. Наличие IgG-краснуха у лиц разных возрастных групп в Республике Сербия

Table 3. IgG-rubella in subjects of diverse age groups in the Republic of Serbia

№ группы No. of group	Возраст, лет Age, years	Число обследованных лиц Number of the subjects examined	Из них IgG-краснуха+ IgG-rubella+ among subjects	
			абс. abs.	%M±m
I	2–6	200	144	72,0±3,2
II	8–14	200	178	89,0±2,2
III	15–24	201	171	85,0±2,5
IV	25–49	199	178	89,5±2,0
V	≥ 50	200	187	93,5±1,7
Итого Total		1000	861	86,1

В соответствии с инструкцией изготовителя сыворотки крови с показателем не более 11,0 МЕ/мл были отнесены к отрицательным. Эти сыворотки составили первую подгруппу. Положительные сыворотки (более 11,0 МЕ/мл) условно распределены на четыре подгруппы с интервалом в 50,0 МЕ/мл. Самая большая доля отрицательных сывороток (28,0%) была в группе детей в возрасте 2–6 лет (I группа), что свидетельствует о недостаточном охвате этой группы первой дозой вакцины MMR. Данные по распределению титра антител к вирусу краснухи по группам несколько отличаются от аналогичных данных по кори. Во II и III возрастных группах отмечена высокая доля лиц, имеющих IgG-антитела в низкой или средней концентрации: до 100,0 МЕ/мл (69,0 и 63,2% соответственно), при этом высокий уровень IgG (более 150,0 МЕ/мл) имела незначительная часть обследованных лиц 8–14 и 15–24 лет (11,0 и 13,9% соответственно). Вместе с тем, как и при обследовании на IgG-корь, с увеличением возраста нарастает процент лиц, имеющих высокий уровень антител ($\geq 150,0$ МЕ/мл).

Обсуждение

Как упоминалось выше, в РС плановой иммунизации против кори и краснухи подлежат дети в возрасте 12–15 месяцев (первичная вакцинация) и 6–7 лет, до поступления в школу (ревакцинация). Проведенный анализ выявил недостатки в проведении плановой иммунизации против этих инфекций в РС. Высокая доля серонегативных лиц или лиц, имеющих низкий уровень антител (АТ), в I возрастной группе свидетельствует о большом количестве непривитых или неудачно привитых против кори детей в возрасте 2–6 лет. В целом в первой группе не имели антител к вирусу кори 59 детей. При этом у 52 детей (88,1%) отсутствовали антитела и к вирусу краснухи, что подтверждает наличие нарушений в проведении вакцинации

первой дозой MMR. При этом различаются две территории в РС (Т78 и L50), на которых у 35 из 52 детей (67,3%) отсутствовали антитела к вирусам кори и краснухи.

Кроме того, документирован недостаточно напряженный иммунитет против кори у детей и подростков, которые должны были получить ревакцинирующую дозу вакцины MMR в недавнем прошлом и быть максимально защищенными. Можно предположить, что низкие титры АТ, выявленные почти у половины детей и взрослых в возрасте от 8 до 24 лет, обусловлены тем, что эти лица получили только первую дозу вакцины, а однократная иммунизация не обеспечила длительного напряженного иммунитета. Высокие и средние титры АТ, выявляющиеся в этих же возрастных группах (II и III группы) в сопоставимых долях, могут быть обусловлены тем, что некоторые лица данных возрастных групп, будучи незащищенными, перенесли корь в последние годы. Действительно, у $\frac{1}{3}$ лиц в возрасте 8–14 лет обнаружены IgG-корь в высоком титре, что может быть обусловлено участием этой группы детей в подъеме заболеваемости корью в РС в последние годы [5, 10].

Нарушения плановой вакцинации вакциной MMR в РС косвенно подтверждаются и показателями напряженности коллективного иммунитета к вирусу краснухи, полученными в данном исследовании. Только 72% обследованных детей 2–6 лет имели IgG-краснуха, то есть около трети лиц данной возрастной группы были не привиты или привиты неудачно.

Доля серопозитивных к краснухе детей старше 8 лет, подростков и взрослых повышается до 85–89%, а среди лиц старше 50 лет достигает 93%. Однако около половины сывороток II и III возрастных групп содержали IgG-краснуха в низкой концентрации (11–50 МЕ/мл), что коррелирует с данными, полученными в этих же группах в отношении титров IgG-корь. Данные показатели могут быть косвенным подтверждением отсутствия ревакцинирующей прививки у существенной части лиц в возрасте от 8 до 24 лет.

Согласно официальным данным [8], в РС в течение последних десяти лет двумя дозами вакцины были привиты менее 95%. Так, в 2017 г. первой дозой вакцины были привиты 85,2% детей, второй дозой — 91,6% [10].

С 2013 г. в РС, как и в Российской Федерации, была отмечена активизация антивакцинальной кампании и отказ родителей от иммунизации детей. В связи с этим накопилась критическая масса непривитых лиц и, вероятно, снизилась напряженность коллективного иммунитета, что подтверждается большой вспышкой кори (5798 случаев) с 15 летальными исходами [5], которая имела место в РС в 2017–2018 гг.

Наибольший процент сывороток с высоким уровнем IgG-корь выявлен в V группе, у лиц старше 50 лет (49,0%), он был статистически значимо выше по сравнению с аналогичными показателями во всех остальных четырех группах ($p < 0,05$). Эти данные свидетельствуют об активном участии этой группы населения в эпидемическом процессе кори в предыдущие годы. С увеличением возраста нарастает и доля лиц, имеющих высокий уровень антител к вирусу краснухи ($\geq 150,0$ МЕ/мл). Это может свидетельствовать о естественном проэпидемичивании населения.

Полученные результаты согласуются с исследованиями, проведенными ранее в России: в рамках пилотного проекта МЗ РФ и ВОЗ была проведена оценка истинной защищенности от кори населения территорий со sporadическим уровнем заболеваемости [2, 4]. Отмечалась тенденция нарастания числа серонегативных лиц с увеличением возраста, а также с длительностью срока после ревакцинации (15 лет и более). В дальнейшем было показано, что на территории северо-запада России доля серонегативных лиц к вирусу кори повысилась во всех возрастных группах, особенно у подростков 16–17 лет [3].

В целом полученные результаты свидетельствуют о необходимости совершенствования вакцинопрофилактики кори и краснухи в РС.

Список литературы/References

1. Бичурин М.А., Тимофеева Е.В., Железнова Н.В., Игнатьева Н.А., Шульга С.В., Лялина Л.В., Дегтярев О.В. Вспышка кори в детской больнице Санкт-Петербурга в 2012 году // Журнал инфектологии. 2013. Т. 5, № 2. С. 96–102. [Bichurina M., Timofeeva E., Zheleznova N., Ignatyeva N., Shulga R., Lyalina L., Degtyarev O. Measles outbreak in a children's hospital in Saint Petersburg in 2012. *Zhurnal infektologii = Journal of Infectology*, 2013, vol. 5, no. 2, pp. 96–102. (In Russ.)]
2. Результаты сертификации территорий СЗФО на отсутствие циркуляции эндемического вируса кори: аналитический обзор. СПб.: ФБУН НИИЭМ им. Пастера, 2012. 60 с. [Results of certification of the territories of NFD for the absence of endemic measles virus circulation: analytical review. *St. Petersburg: St. Petersburg Pasteur Institute*, 2012. 60 p. (In Russ.)]
3. Ситуация по кори на территориях Северо-Западного федерального округа и трудности диагностики при sporadическом уровне заболеваемости: аналитический обзор. СПб.: ФБУН НИИЭМ им. Пастера, 2017. 76 с. [The situation of measles in the North-Western federal district and the difficulties of diagnosis with sporadic morbidity: an analytical review. *St. Petersburg: St. Petersburg Pasteur Institute*, 2017. 76 p. (In Russ.)]
4. Совершенствование эпидемиологического надзора за корью в Северо-Западном федеральном округе России на этапе ликвидации инфекции: аналитический обзор. СПб.: ФБУН НИИЭМ им. Пастера, 2008. 52 с. [Improving epidemiologi-

- cal surveillance for measles in the North-Western federal district of Russia at the stage of infection elimination: analytical review. *St. Petersburg: St. Petersburg Pasteur Institute, 2008. 52 p. (In Russ.)*
5. Actual epidemiological situation of measles in Serbia. Belgrade: Institute of Public Health of Serbia, 2019. URL: <http://www.batut.org.rs/index.php?content=1629> (25.12.2019)
 6. Andrianou X.D., Del Manso M., Bella A., Vescio M.F., Baggieri M., Rota M.C., Pezzotti P., Filia A. Spatiotemporal distribution and determinants of measles incidence during a large outbreak, Italy, September 2016 to July 2018. *Eurosurveillance, 2019, vol. 24, no. 17: 1800679. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2019.24.17.1800679*
 7. CDC. Increased Transmission and Outbreaks of Measles — European Region, 2011. *MMWR, 2011, vol. 60, no. 47, pp. 1605–1610.*
 8. Nedeljković J., Rakić-Adrović S., Tasić G., Kovačević-Jovanović V., Lončarević G., Hübschen J.M., Müller C.P. Resurgence of measles in Serbia 2010–2011 highlights the need for supplementary immunization activities. *Epidemiol. Infect., 2016, vol. 144, no. 5, pp. 1121–1128. doi: 10.1017/S0950268815002277*
 9. Orenstein W.A., Hinman A., Nkowane B., Olive J.M., Reingold A. Measles and rubella global strategic plan 2012–2020 midterm review. *Vaccine, 2018, vol. 36, no. 1: A1–A34. doi: 10.1016/j.vaccine.2017.09.026*
 10. Ristić M., Milošević V., Medić S., Djekić Malbaša J., Rajčević S., Boban J., Petrović V. Seroepidemiological study in prediction of the risk groups for measles outbreaks in Vojvodina, Serbia. *PLoS One, 2019, vol. 14, no. 5: e0216219. doi: 10.1371/journal.pone.0216219*
 11. WHO. Eliminating measles and rubella and preventing congenital rubella infection: WHO European Region strategic plan 2005–2010. *Copenhagen: WHO, 2005. 34 p.*
 12. WHO. Global Vaccine Action Plan 2011–2020. *Geneva: WHO, 2013. 77 p.*
 13. WHO. Manual for the laboratory diagnosis of measles and rubella virus infection. 2nd ed. *Geneva: WHO, 2006. 22 p.*
 14. WHO. Measles — European Region. 2019. URL: <https://www.who.int/csr/don/06-may-2019-measles-euro/en> (25.12.2019)
 15. Zimmerman L.A., Muscat M., Singh S., Ben Mamou M., Jankovic D., Datta S., Alexander J.P., Goodson J.L., O'Connor P. Progress toward measles elimination — European Region, 2009–2018. *MMWR, 2019, vol. 68, no. 17, pp. 396–401.*

Авторы:

Бичурина М.А., д.м.н., зав. вирусологической лабораторией центра по элиминации кори и краснухи, ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия;

Филипович-Вигньевич С.Б., врач, ассистент директора по диагностике и научному развитию, руководитель национальной референс-лаборатории по гриппу, Институт вирусологии, вакцин и сывороток «Торлак», Белград, Сербия;

Антипова А.Ю., к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории экспериментальной вирусологии, ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия;

Банцевич М.Д., д.м.н., специалист в области медицинской микробиологии, зав. национальной референс-лабораторией по кори и краснухе, Институт вирусологии, вакцин и сывороток «Торлак», Белград, Сербия;

Лаврентьева И.Н., д.м.н., зав. лабораторией экспериментальной вирусологии ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера.

Authors:

Bichurina M.A., PhD, MD (Medicine), Head of the Virological Laboratory of Measles and Rubella Elimination, St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation;

Filipović-Vignjević S.B., Doctor, Assistant Director for Diagnostics and Scientific Development, Head of National Reference Laboratory for Influenza, Institute of Virology, Vaccine and Sera “Torlak”, Belgrade, Serbia;

Antipova A.Yu., PhD (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Experimental Virology, St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation;

Bančević M.D., PhD, MD (Medicine), Specialist in Medical Microbiology, Head of National Reference Laboratory for Measles and Rubella, Institute of Virology, Vaccine and Sera “Torlak”, Belgrade, Serbia;

Lavrentieva I.N., PhD, MD (Medicine), Head of the Laboratory of Experimental Virology, St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation.