https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-5-84-92

Оценка потенциальных выгод вакцинации против менингококковой инфекции детей в 9 и 12 месяцев с использованием прогностической математической модели

Н. И. Брико[1], О. И. Волкова*[2], И. С. Королева[3], Е. О. Курилович[2], Л. Д. Попович[2], И. В. Фельдблюм[4]

[1] ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация
[2] Институт экономики здравоохранения НИУ ВШЭ, Москва, Российская Федерация
[3] ФБУН «Центральный НИИ эпидемиологии» Роспотребнадзора, Москва, Российская Федерация
[4] Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера, Пермь, Российская Федерация

Резюме

Актуальность. *Для решения вопроса о включении вакцин против менингококковой инфекции в российский НКПП должны быть представлены убедительные аргументы, свидетельствующие не только об эпидемиологических, но и экономических выгодах.* ***Цель.*** *Посредством математического моделирования оценить прогнозируемые социально-экономические последствия при разных сценарных вариантах: при сохранении текущего алгоритма вакцинации и при включении в НКПП вакцинации против МИ всех детей в возрасте 9 и 12 месяцев.* ***Материалы и методы.*** *Для расчетов эпидемиологических последствий была построена имитационная динамическая прогностическая модель, в рамках которой проводилось сравнение потенциального эпидемиологического бремени заболевания при текущем сценарии вакцинопрофилактики (отсутствие в НКПП вакцинации против МИ) и новом сценарии, предусматривающем вакцинацию детей в возрасте 9 и 12 мес. вакциной MenACWY-D. Оценка эпидемиологической перспективы менингококковой инфекции проводилась на основе сложившейся в предыдущие годы динамики основных показателей ее распространенности в общей популяции с учетом влияния двукратной вакцинации детей в 9 и 12 мес. на период дожития каждой возрастной когорты, вакцинированной в 2019–2034 гг.* ***Результаты и обсуждение.*** *Наибольшее влияние на уменьшение числа клинических случаев заболевания будет достигнуто в возрастных когортах 0–1 год (-89%), 1–2 года (-84,5%), 3–6 лет (-73,6%). Модельные расчеты показывают, что благодаря двукратной вакцинации детей до года к 2034 г. можно ожидать предотвращения 571 случая смерти, что эквивалентно снижению потерь 40 509 лет предстоящей жизни и общественного выигрыша 104,7 млрд руб. в монетарном эквиваленте стоимости этих лет (накопительным итогом). При этом, с учетом предупрежденных случаев заболевания, суммарный монетарный эквивалент выгод общества начнет превышать расходы на вакцинацию раньше, чем через четыре года.* ***Выводы.*** *Таким образом, даже заниженная оценка выгод, не учитывающая всего объема предотвращенного ущерба (предотвращения 571 случая смерти, потерь 40 509 лет жизни и 104,7 млрд руб. в монетарном эквиваленте стоимости лет предстоящей жизни), свидетельствует в пользу очевидной важности расширения НКПП и включения в него вакцинации детей в возрасте 9 и 12 месяцев от менингококковой инфекции.*

Ключевые слова: *вакцинопрофилактика, менингококковая инфекция, социально-экономический ущерб, НКПП*

Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: *Брико Н. И., Волкова О. И., Королева И. С. и др. Оценка потенциальных выгод вакцинации против менингококковой инфекции детей в 9 и 12 месяцев с использованием прогностической математической модели. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2020; 19 (5): 84–92. https://doi: 10.31631/2073-3046-2020-19-5-84-92.*

Благодарность

Авторы выражают особую благодарность д. фарм. н., доценту А.В. Рудаковой за консультативную помощь и ценные рекомендации при подготовке статьи.

* *Для переписки: Волкова Ольга Игоревна, эксперт Института экономики здравоохранения НИУ ВШЭ, ovolkova08@mail.ru, +79035254523.*
©Брико Н. И. и др.

Estimation of the Potential Benefits of Meningococcal Vaccination in Children at 9 and 12 Months of Age Using a Predictive Mathematical Model

*NI Briko[1], OI Volkova**[2], IS Korolyova[3], EO Kurilovich[2], LD Popovich[2]. IV Feldblum[4]*
[1]Sechenov University, Moscow, Russian Federation
[2]Institute for Health Economics of Higher School of Economics, Moscow, Russian Federation
[3]Central Research Institute of Epidemiology, Moscow, Russian Federation
[4]Perm State Medical University Named After Academician E. A. Vagner

Abstract

Relevance. *To address the issue of including vaccines against meningococcal infection (MI) in the Russian National Immunization Schedule (NIS), convincing arguments must be presented that demonstrate not only epidemiological, but also economic benefits.* ***Aim*** *of this study was conducted to confirm them.* ***Materials & methods.*** *For calculating epidemiological consequences, a dynamic predictive simulation model was constructed to compare the potential epidemiological burden of the disease in the current vaccination scenario (no MI vaccination in the NIS) and a new scenario involving vaccination of children aged 9 and 12 months with the MenACWY-d vaccine. The epidemiological outlook for meningococcal infection was assessed based on the dynamics of the main indicators of its prevalence in the General population that developed in previous years, taking into account the impact of double vaccination of children at 9 and 12 months on the survival period of each age cohort vaccinated in 2019–2034. The aim is to assess the predicted socio-economic consequences for different scenarios: while maintaining the current vaccination algorithm and including in the NIS vaccination against MI of all children aged 9 and 12 months using mathematical modeling.* ***Results and discussion.*** *The greatest impact on reducing the number of clinical cases of the disease will be achieved in the age cohorts 0–1 years (-89%), 1–2 years (-84.5%), 3–6 years (-73.6%). Model calculations show that due to double vaccination of children under one year of age, 571 deaths can be expected to be prevented by 2034, which is equivalent to a reduction in losses of 40,509 years of life ahead and a social gain of 104.7 billion rubles in the monetary equivalent of the cost of these years (cumulative total). At the same time, taking into account the prevented cases of the disease, the total monetary equivalent of the benefits of society will begin to exceed the cost of vaccination earlier than in four years. Conclusions thus, even an underestimated estimate of benefits that does not take into account the total amount of damage prevented (prevention of 571 deaths, loss of 40,509 years of life and 104.7 billion rubles in monetary terms of the cost of years of life to come), indicates the obvious importance of expanding the NIS and including vaccination of children aged 9 and 12 months from meningococcal infection.*

Keywords: *vaccination, meningococcal disease, socio-economic damage, immunization schedule*

For citation: *Briko NI, Volkova OI, Korolyova IS et al. Estimation of the Potential Benefits of Meningococcal Vaccination in Children at 9 and 12 Months of Age Using a Predictive Mathematical Model. Epidemiology and Vaccinal Prevention. 2020; 19 (5): 84–92 (In Russ.). https://doi: 10.31631/2073-3046-2020-19-5-84-92.*

Acknowledgment

The authors are especially grateful to Dr. Pharm. D., associate professor A.V. Rudakova for advice and valuable recommendations during the preparation of the article.

Введение

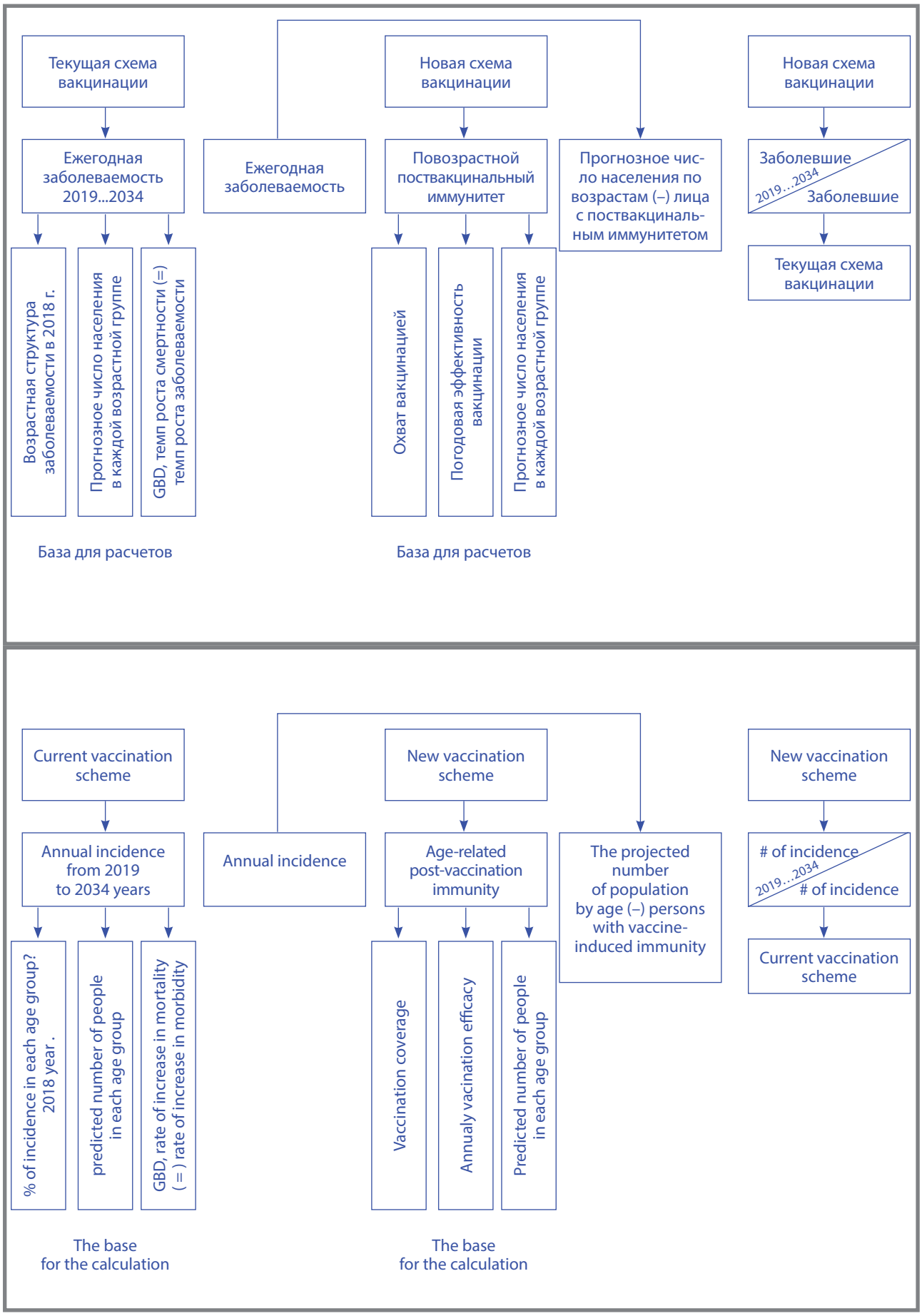
Достижения и проблемы вакцинопрофилактики на глобальном уровне в равной степени касаются и РФ. Российский национальный календарь профилактических прививок (НКПП) регулярно обновляется, и его последние редакции все больше соответствуют рекомендациям ВОЗ [1]. Однако профилактика ряда вакциноуправляемых инфекций представлена только в рамках НКПП по эпидемическим показаниям, что означает реагирование на угрозу вспышек инфекционных заболеваний в эпидемических очагах, вакцинацию определенных профессиональных групп и ограниченного числа лиц из групп риска, исходя исключительно из экономических возможностей регионов [2].

Примером подобного подхода может служить вакцинация против менингококковой инфекции (МИ), вызываемой бактерией *Neisseria meningitidis*. Осуществляемый охват прививками несоразмерен численности групп риска инфицирования, которые, согласно санитарно-эпидемиологическим правилам [3], должны быть планово привиты в межэпидемический период. Например, в трех категориях населения, входящих в группу риска (дети 0–5 лет, подростки 13–17 лет, ВИЧ-инфицированные), по состоянию на 2017 г. против МИ были привиты лишь ~0,8% взрослых и ~0,13% детей [4].

Между тем генерализованные формы менингококковой инфекции (ГФМИ) представляют собой серьезную угрозу здоровью, поскольку характеризуются высоким уровнем полифункциональных

** For correspondence: Volkova Olga, expert, Institute of Health Economics, National Research University Higher School of Economics, ovolkova08@mail.ru, +79035254523. ©Briko NI et al.

Рисунок 1. Схема расчета прогнозируемого бремени менингококковой инфекции
Figure 1. Scheme for calculating the projected burden of meningococcal infection



осложнений [5] и значительным риском летальности [6,7], что делает каждый случай МИ серьезной проблемой общественного здравоохранения [8,9].

Вакцинация против МИ четырехвалентной конъюгированной вакциной (MenACWY-D вакцина менингококковая полисахаридная (серогруппы A, C, Y и W-135), конъюгированная с дифтерийным анатоксином – Менактра®), показавшей свою высокую эффективность в снижении заболеваемости [10–13], входит в национальные календари прививок 34 стран, включая США, Канаду, Италию, Испанию, Нидерланды, Швейцарию, Англию, Грецию и др. [14]. Для решения вопроса о включении вакцинации против МИ и в российский НКПП должны быть представлены убедительные аргументы, свидетельствующие не только об эпидемиологических, но и экономических выгодах такого шага, для подтверждения которых и было проведено настоящее исследование.

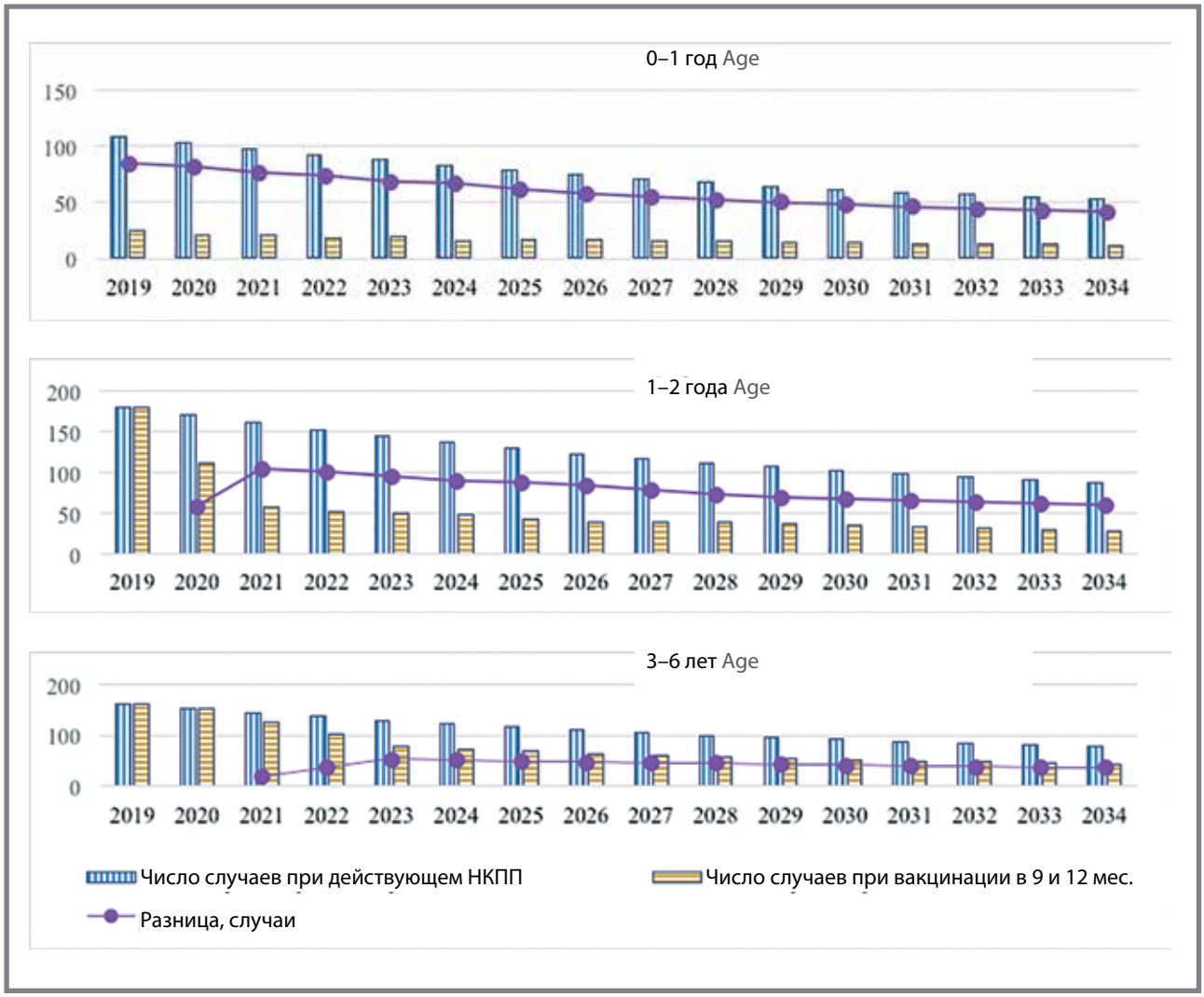
Цель исследования – посредством математического моделирования оценить прогнозируемые социально-экономические последствия при разных сценарных вариантах: при сохранении текущего алгоритма вакцинации и при включении в НКПП вакцинации против МИ всех детей в возрасте 9 и 12 месяцев.

Материалы и методы

Для расчетов эпидемиологических последствий была построена имитационная динамическая прогностическая модель, в рамках которой проводилось сравнение потенциального эпидемиологического бремени заболевания при текущем сценарии вакцинопрофилактики (отсутствие в НКПП вакцинации против МИ) и сценарии, предусматривающем вакцинацию всех детей в возрасте 9 и 12 мес. вакциной MenACWY-D.

Оценка эпидемиологической перспективы менингококковой инфекции проводилась на основе сложившейся в предыдущие годы динамики основных показателей ее распространенности в общей популяции [15] с учетом влияния двукратной

Рисунок 2. Прогнозное число случаев заболевания менингококковой инфекцией в возрастных группах 0–6 лет при разных алгоритмах вакцинации
Figure 2. Predicted number of cases of meningococcal disease in the age groups 0–6 years with different vaccination algorithms



вакцинации всех детей в 9 и 12 мес. Расчет проводился на период дожития каждой возрастной когорты, вакцинированной в 2019–2034 гг. В расчет принимались:

- число заболевших и умерших от заболевания в возрастном разрезе в конкретном году с учетом прогноза численности населения с распределением по возрастным группам [15,16];
- распределение предполагаемого числа случаев заболевания при разных сценариях с учетом длительности/напряженности постпрививочного иммунитета и повозрастной динамики его утраты [17].

В РФ, по официальным данным, часть случаев МИ приходится на детей 0–6 лет, у которых менингококк серогруппы В составляет ~28%. У подростков 13–17 лет доля менингококка группы В снижается. Даже с учетом вероятности роли менингококка группы В прогнозируемая эффективность вакцины для первого года с момента вакцинации составляет 82%. У взрослых вакцина предотвратит основную часть случаев МИ, т.к. серогруппа В встречается реже, чем у детей и подростков, что объясняет ее большую клиническую эффективность в старших возрастных группах, превышающую в первый год 82%. Принимая во внимание отличия клинической (иммунологической) эффективности вакцины в разных возрастных когортах, определяемых долей менингококка группы В, эффективность вакцины Менактра® принимали в усредненном значении (82% для первого года после вакцинации и т. д.).

Понесенные затраты на закупку необходимого объема вакцин рассматривались как долгосрочные инвестиции здравоохранения в повышение качества человеческого капитала. При этом потенциально сохраненные жизни привитых детей обеспечивали потенциальный выигрыш государства/общества в виде монетарного эквивалента стоимости сохраненных лет жизни до возраста дожития каждой привитой когорты детей в соответствующем году. Данный подход был обусловлен продолжительным и отсроченным действием вакцинации с более длительным эффектом, чем просто действие поствакцинального иммунитета. Оценку потенциального выигрыша общества следует считать консервативной, поскольку она ограничивается

Таблица 1. Прогноз клинических случаев менингококковой инфекции в разных возрастных группах при текущем НКПП/вакцинации в 9 и 12 месяцев

Table 1. Prediction of clinical cases of meningococcal disease in different age groups in the current NVS and in case of vaccination at 9 and 12 months

Возраст Age	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0-1	109/24	103/21	98/21	93/18	88/19	83/16	79/17	75/16
1-2	181/181	171/112	162/57	153/52	146/50	138/48	130/43	124/40
3	41/41	38/38	33/14	31/13	31/12	29/11	28/11	27/9
4	41/41	39/39	33/37	33/14	31/14	30/14	29/11	27/11
5	40/40	39/39	33/38	36/36	33/17	31/16	30/16	28/15
6	41/24	38/38	33/38	37/37	36/36	32/32	30/30	29/29
0-17	2094/2009	2032/1891	1960/1760	1908/1695	1859/1644	1796/1589	1718/1520	1652/1463
>17	1402/1402	1384/1384	1348/1348	1331/1331	1316/1316	1285/1285	1234/1234	1195/1195
Возраст Age	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**
0-1	71/16	67/15	64/14	62/14	59/13	57/13	55/12	53/12
1-2	117/39	112/39	107/37	102/35	98/33	94/31	91/30	88/28
3	26/9	25/9	23/8	22/8	21/8	21/7	20/7	19/7
4	26/9	25/9	24/9	23/8	22/8	21/8	20/7	20/7
5	26/14	25/12	24/12	23/11	22/11	21/10	21/10	20/10
6	27/27	26/26	25/25	24/24	23/23	22/22	21/21	20/20
0-17	1596/1417	1556/1386	1532/1370	1520/1364	1499/1349	1477/1333	1465/1325	1450/1314
>17	1165/1165	1148/1148	1144/1144	1153/1153	1149/1149	1144/1144	1146/1146	1146/1146

Примечание: в расчетах исходили из предположения, что недооценка случаев заболевания МИ у населения в возрасте 7 лет и старше составит 3,1 раза (нетипичное течение, отсутствие лабораторной верификации возбудителя заболевания) [21].

Note: the calculations were based on the assumption that the underestimation of MI cases in the population aged 7 years and older will be 3.1 times (atypical course, lack of laboratory verification of the causative agent) [21].

исключительно потенциальной выгодой от сохранения жизни только самих привитых когорт детей и не учитывает мультипликативного эффекта от предотвращения смерти привитых когорт (например, рождения у них детей).Алгоритм расчетов состоял из нескольких этапов, представленных в виде блок-схемы на рисунке 1.

Поствакцинальный иммунитет в каждой возрастной группе рассчитывали по формуле 1:

$$Nj' = \sum_{i=0,j=2019}^{i=5,\ j=2034} Ki * Pj\text{-}i * Чj\text{-}i$$

(формула 1)

Nj' – потенциальное число детей, у которых будет выработан поствакцинальный иммунитет и которые не заболеют в j-ом году (j=2019…2034);

Nj – значение численности населения соответствующего возраста в j-ом году (j = 2019…2034);

Ki – клиническая эффективность вакцинации на i-ом году;

Pj – охват вакцинацией в j-ом году (j = 2019…2034).

Затем из прогнозной возрастной численности населения в соответствующем году вычитали число потенциально приобретших поствакцинальный иммунитет с учетом его погодового снижения. В отношении оставшегося населения предполагали, что его ежегодная повозрастная заболеваемость соответствует заболеваемости при текущей схеме вакцинации. С учетом всех перечисленных факторов влияния прогнозировали ежегодную заболеваемость МИ в разных возрастных группах. Прогноз ежегодного числа смертей в связи с заболеваемостью менингококковой инфекцией при каждом сценарии делался с использованием данных Глобального бремени болезней.

На основе полученных данных проводился расчет монетарного эквивалента экономического ущерба и оценивалась величина его предотвращения при включении в НКПП вакцинации против МИ детей в 9 и 12 месяцев. С этой целью использовали расчетную величину средней стоимости статистической жизни, учитывающую все расходы бюджета, направляемые на цели, связанные с поддержкой и развитием человеческого капитала в каждый год рассматриваемого периода. В основу расчета легла доработанная авторами модель оценки стоимости статистической жизни и экономического ущерба от потерь здоровья [19]. Инфляционные процессы учитывались согласно «Прогноза социально-экономического

Таблица 2. Социально-экономические выгоды включения вакцинации от МИ в НКПП
Table 2. Socio-economic benefits of meningococcal vaccination inclusion in the NVS

Годы Years	**Число предотвращенных смертей благодаря вакцинации от МИ в 9 и 12 мес.** Number of fatal cases prevented due to vaccination at 9 and 12 months	**Число лет предстоящей жизни за счет предотвращенных смертей** Number of years of life years gained due to prevented deaths	**Монетарный эквивалент стоимости лет предстоящей жизни (накопительным итогом)** Monetary equivalent of the life years gained (cumulative total)
2019	24	1 634	3 193 225 708 руб. RUB
2020	38	2 603	8 584 800 728 руб. RUB
2021	51	3 552	16 121 536 751 руб. RUB
2022	53	3 687	24 413 349 154 руб. RUB
2023	52	3 638	32 798 141 638руб. RUB
2024	48	3 372	40 765 315 818 руб. RUB
2025	43	3 074	48 465 438 115 руб. RUB
2026	39	2 804	55 666 399 686 руб. RUB
2027	35	2 539	62 580 149 384 руб. RUB
2028	32	2 316	69 047 895 243 руб. RUB
2029	30	2 148	75 196 359 977 руб. RUB
2030	28	2 010	81 297 860 057 руб. RUB
2031	26	1 900	87 213 255 031 руб. RUB
2032	25	1 812	92 997 841 662руб. RUB
2033	24	1 749	98 919 953 657руб. RUB
2034	23	1 671	104 723 643 851 руб. RUB

Таблица 3. Социально-экономическая эффективность охвата вакцинацией детей до года
Table 3. Socio-economic efficiency of vaccination coverage for children under one-year-old

Годы Years	**Монетарный эквивалент стоимости лет предстоящей жизни (накопительным итогом)** Monetary equivalent of the life years gained (cumulative total	**Расходы на вакцины (MenACWY-D)** MenACWY-D Vaccination costs	**Соотношение экономического выигрыша общества от предотвращенных смертей и расходов на вакцины** The ratio of society›s economic gain from prevented deaths to vaccination costs
2019	3 193 225 708 руб. RUB	9 659 490 000 руб.RUB	0,33
2020	8 584 800 728 руб. RUB	9 690 350 000 руб. RUB	0,44
2021	16 121 536 751 руб. RUB	9 284 480 000 руб. RUB	0,85
2022	24 413 349 154 руб.RUB	9 134 220 000 руб.RUB	1,33
2023	32 798 141 638 руб.RUB	8 710 550 000 руб. RUB	1,84
2024	40 765 315 818 руб.RUB	8 956 180 000 руб. RUB	2,31
2025	48 465 438 115 руб. RUB	8 595 530 000 руб. RUB	2,76
2026	55 666 399 686 руб. RUB	8 349 970 000 руб. RUB	3,29
2027	62 580 149 384 руб. RUB	8 172 910 000 руб. RUB	3,79
2028	69 047 895 243 руб. RUB	8 052 340 000 руб. RUB	4,26
2029	75 196 359 977 руб. RUB	7 946 700 000 руб. RUB	4,70
2030	81 297 860 057 руб. RUB	7 887 360 000 руб. RUB	5,13
2031	87 213 255 031 руб. RUB	7 868 620 000 руб. RUB	5,54
2032	92 997 841 662 руб. RUB	7 877 390 000 руб. RUB	5,91
2033	98 919 953 657 руб. RUB	7 918 040 000 руб. RUB	6,26
2034	104 723 643 851руб. RUB	8 022 440 000 руб. RUB	6,57

развития Российской Федерации на период до 2036 года» Минэкономразвития России (базовый сценарий) [20].

При расчете предотвращенных потерь исходили из предположения, что после вакцинации (с учетом длительности иммунитета и скорректированной заболеваемости в вакцинированной возрастной когорте) потенциальная продолжительность жизни будет аналогична предполагаемому среднему возрасту дожития для данной возрастной когорты [16].

Результаты и обсуждение

Как показали расчеты, потенциальные последствия включения вакцинопрофилактики менингококковой инфекции в действующий Национальный календарь профилактических прививок будут весьма существенными. Двукратная вакцинация детей до 12 месяцев в сравнении с ее отсутствием в текущей практике окажет наибольшее влияние на снижение прогнозируемого числа клинических случаев заболевания именно в этой возрастной когорте: в горизонте пятнадцати лет – на 89%. Не менее мощный эффект ожидается и в возрастных группах 1–2 года (-84,5%) и 3–6 лет (-73,6%) (рис. 2). С учетом того, что доля детей от 0 до 6 лет в возрастной структуре заболевших менингококковой инфекцией составляет 49,8%, а риск летального исхода тем выше, чем меньше возраст заболевшего ребенка [15], вакцинацию детей до года следует считать адекватным решением задачи по снижению частоты случаев ГФМИ.

На иные возрастные группы влияние вакцинации в 9 и 12 месяцев невелико: максимальный размах долевых различий между текущим и новым сценарием в отдельные годы не превышает 6,8%, сохраняя его среднее значение около 5% на протяжении всего прогнозного периода (табл. 1).

Итогом вакцинации является не только предотвращение случаев заболевания, но и сохранение жизней. При менингококковой инфекции основной экономический ущерб для общества связан преимущественно с высокой смертностью. Величины расчетного предотвращения числа смертей от МИ в случае вакцинации детей в возрасте 9 и 12 месяцев, потенциального числа предстоящих лет сохраненных жизней до прогностической средней продолжительности жизни и их монетарный эквивалент в каждой возрастной когорте приведены в таблице 2.

Расчетная модель демонстрирует, что при условном сопоставлении монетарного эквивалента потенциальных общественных выгод, увеличивающихся

с каждым последовательным циклом вакцинации, со стоимостью годового цикла вакцинации (при сохранении нынешних ценовых параметров вакцины MenACWY-D в течение всего прогностического периода – до 2034 г.) превалирование накапливаемых годовых выгод над ежегодными расходами (экономическая эффективность охвата вакцинацией детей до года) будет достигнуто уже после третьего года действия нового НКПП (таблица 3).

Следует обратить внимание на то, что в приведенных расчетах не приняты во внимание экономические выгоды общества от предупреждения нефатальных исходов ГФМИ, хотя очевидно, что лечение этого заболевания требует отвлечения общественных ресурсов. Это обстоятельство продиктовано невозможностью корректной оценки потенциальной стоимости болезни в среднесрочном периоде в связи с различающимися тарифами на терапию инфекционных заболеваний как в разных регионах России, так и в разные временные периоды. Кроме того, в метрике Глобального бремени болезней доля потерь лет жизни в связи с преждевременной смертью превалирует над потерями в связи с заболеваемостью менингококковой инфекцией в соотношении 79,5% к 20,5%. Однако авторы настаивают, что при оценке соотнесения затрат на вакцинацию и монетарного эквивалента выгод все же крайне важно учесть, что снижение заболеваемости за счет расширения НКПП также вносит заметный, хотя и сложно поддающийся оценке вклад в общественные экономические выгоды. Это означает, что расчетные данные таблицы 3 следует считать консервативными, а предположение, что суммарный монетарный эквивалент выгод общества начнет превышать расходы на вакцинацию раньше, чем на четвертый год расширения НКПП, вполне обоснованным.

Таким образом, даже заниженная оценка выгод, не учитывающая всего объема предотвращенного ущерба (предотвращения 571 случая смерти, потерь 40 509 лет жизни и 104,7 млрд руб. в монетарном эквиваленте стоимости лет предстоящей жизни), свидетельствует в пользу очевидной важности расширения НКПП и включения в него вакцинации детей в возрасте 9 и 12 месяцев от менингококковой инфекции.

Литература

1. Steinglass R. Routine immunization: an essential but wobbly platform. Global Health: Science and Practice, November. 2013,1(3):295–301
2. Ковтун О. П., Романенко В. В., Казакевич Н. В., Саввина Н. В. Региональная программа вакцинопрофилактики: пути создания, достижения и перспективы. // Педиатрическая фармакология. — 2010. – Т. 7. – № 4. – С. 19–24.
3. Санитарно-эпидемиологические правила СП 3.1.3542-18 «Профилактика менингококковой инфекции», зарегистрированы в Минюст России 9 января 2019 г. № 53254.
4. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году» Роспотребнадзор РФ. Электронный ресурс. Доступно на: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=10145
5. Vyse, A., Anonychuk, A., Jakel, A., et al. The burden and impact of severe and long-term sequelae of meningococcal disease. Expert Rev. Anti Infect. Ther. 2013;11(6):597–604.
6. Rosenstein, N.E., Perkins, B.A., Stephens, D.S., et al. Meningococcal disease. N. Engl. J. Med. 2001;344(18):1378–1388.
7. Thompson, M.J., Ninis, N., Perera, R., et al. Clinical recognition of meningococcal disease in children and adolescents. Lancet 2006;367(9508):397–403.
8. Cohn, A.C., MacNeil, J.R., Harrison, L.H., et al. Changes in Neisseria meningitidis disease epidemiology in the United States, 1998–2007: implications for prevention of meningococcal disease. Clin. Infect. Dis. 2010;50(2):184–191.
9. Chang, Q., Tzeng, Y.L., Stephens, D.S. Meningococcal disease: changes in epidemiology and prevention. Clin. Epidemiol. 2012;4:237–245.
10. Lawrence, C. K., Boggess, K.A., & Cohen-Wolkowiez, M. Bacterial Meningitis in Infants. Clin. Perinatol. 2015;42(1):29–45.
11. Larrauri, A., Cano, R., Garcia, M., & Mateo, S. Impact and effectiveness of meningococcal C conjugate vaccine following its introduction in Spain. Vaccine. 2005;23:4097–4100.
12. Lingani C, Bergeron-Caron C, Stuart JM, et al. Meningococcal meningitis surveillance in the African meningitis belt, 2004–2013. Clin Infect Dis 2015;61(Suppl 5):S410–S415.]
13. Diomande FV, Djingarey MH, Daugla DM, et al. Public health impact after the introduction of PsA-TT: The first 4 years. Clin Infect Dis 2015;61(Suppl 5):S467–S472]
14. WHO vaccine-preventable diseases: monitoring system. 2020 global summary. Доступно на: https://apps.who.int/immunization_monitoring/globalsummary/schedules (по состоянию на 20.08.2020)
15. Роспотребнадзор РФ. Форма федерального статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», годовая, 2019.
16. Федеральная служба государственной статистики. Доступно на:: https://www.gks.ru/folder/12781 (дата обращения 20.08.2020).
17. Cohn, A.C., MacNeil, J.R., Clark, T.A., et al. Centers for Disease, C., Prevention: Prevention and control of meningococcal disease: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). MMWR Recomm. Rep. 2013 Mar 22;62(RR-2):1–28.
18. Safadi MA, Bettinger JA, Maturana GM et al. Evolving meningococcal immunization strategies. Expert Review of Vaccines. 2014;14(4):1–13.
19. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года» Минэкономразвития России (базовый сценарий). Доступно на: http://old.economy.gov.ru/minec/about/structure/depmacro/201828113 (дата обращения 20.08.2020).
20. Прохоров Б. Б., Шмаков Д. И. Оценка стоимости статистической жизни и экономического ущерба от потерь здоровья//Проблемы прогнозирования. – 2002. № 3. – С. 125–135.
21. Gómez J. A., Malbrán P. Wetzler, et al. Estimation of the real burden of invasive meningococcal disease in Argentina. Epidemiology & Infection, 2019;V.147, e311.

References

1. Steinglass R. Routine immunization: an essential but wobbly platform. Global Health: Science and Practice, November. 2013;1(3):295–301.
2. Kovtun OP, Romanenko VV, Kazakevich NV, Savvina NV. Regional vaccine prevention program: ways of creation, achievements and prospects. Pediatric Pharmacology. - 2010. - T. 7. - No. 4. - P. 19–24 (In Russ.).
3. Sanitary and Epidemiological Rules of SP 3.1.3542-18 «Prevention of meningococcal infection» registered with the Ministry of Justice of Russia on January 9, 2019. No. 53254 (In Russ.).
4. Adapted from the State Report «On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2017» Rospotrebnadzor of the Russian Federation. Available at: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=10145 (In Russ.).
5. Vyse, A., Anonychuk, A., Jakel, A., et al. The burden and impact of severe and long-term sequelae of meningococcal disease. Expert Rev. Anti Infect. Ther. 2013;11(6):597–604.
6. Rosenstein, N.E., Perkins, B.A., Stephens, D.S., et al. Meningococcal disease. N. Engl. J. Med. 2001;344(18):1378–1388.
7. Thompson, M.J., Ninis, N., Perera, R., et al. Clinical recognition of meningococcal disease in children and adolescents. Lancet 2006;367(9508):397–403.
8. Cohn, A.C., MacNeil, J.R., Harrison, L.H., et al. Changes in Neisseria meningitidis disease epidemiology in the United States, 1998–2007: implications for prevention of meningococcal disease. Clin. Infect. Dis. 2010;50(2):184–191.
9. Chang, Q., Tzeng, Y.L., Stephens, D.S. Meningococcal disease: changes in epidemiology and prevention. Clin. Epidemiol. 2012;4:237–245.
10. Lawrence, C. K., Boggess, K.A., & Cohen-Wolkowiez, M. Bacterial Meningitis in Infants. Clin. Perinatol. 2015;42(1):29–45.
11. Larrauri, A., Cano, R., Garcia, M., & Mateo, S. Impact and effectiveness of meningococcal C conjugate vaccine following its introduction in Spain. Vaccine. 2005;23:4097–4100
12. Lingani C, Bergeron-Caron C, Stuart JM, et al. Meningococcal meningitis surveillance in the African meningitis belt, 2004–2013. Clin Infect Dis 2015;61(Suppl 5):S410–S415.]
13. Diomande FV, Djingarey MH, Daugla DM, et al. Public health impact after the introduction of PsA-TT: The first 4 years. Clin Infect Dis 2015;61(Suppl 5):S467–S472]

14. WHO vaccine-preventable diseases: monitoring system. 2020 global summary. Available at: https://apps.who.int/immunization_monitoring/globalsummary/schedules (as of 08/20/2020)
15. Rospotrebnadzor RF. Federal statistical observation form No. 2 «Information on infectious and parasitic diseases», annual, 2019
16. Federal State Statistics Service. Available at: https://www.gks.ru/folder/12781 (date of treatment 08/20/2020) (In Russ.).
17. Cohn, A.C., MacNeil, J.R., Clark, T.A., et al. Centers for Disease, C., Prevention: Prevention and control of meningococcal disease: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). MMWR Recomm. Rep. 2013 Mar 22;62(RR-2):1–28.
18. Sáfadi MA, Bettinger JA, Maturana GM et al. Evolving meningococcal immunization strategies. Expert Review of Vaccines. 2014;14(4):1–13.
19. Forecast of socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2036 by the Ministry of Economic Development of Russia (baseline scenario). Available at: http://old.economy.gov.ru/minec/about/structure/depmacro/201828113 (date of treatment 08/20/2020)
20. Prokhorov B.B., Shmakov D.I. Estimation of the cost of statistical life and economic damage from health losses. Problems of forecasting. 2002;3:125–135 (In Russ.).
21. Gómez J. A., Malbrán P. Wetzler, et al. Estimation of the real burden of invasive meningococcal disease in Argentina. Epidemiology & Infection, 2019;V.147, e311.

Об авторах

- **Николай Иванович Брико** – академик РАН, д. м. н., профессор, директор института общественного здоровья и заведующий кафедрой эпидемиологии и доказательной медицины Сеченовского Университета. 119435, г. Москва, ул. Б. Пироговская, д. 2, стр. 2. +7 (499) 248 04 13. Ведущий научный сотрудник ЦНИИ эпидемиологии. +7 (499) 248 04 13, nbrico@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-6446-2744, Author ID–7004344976.
- **Ольга Игоревна Волкова** – эксперт Института экономики здравоохранения НИУ ВШЭ, ovolkova08@mail.ru, +79035254523.
- **Ирина Станиславовна Королева** – д. м. н., заведующая лабораторией эпидемиологии менингококковой инфекции и бактериальных менингитов ЦНИИ эпидемиологии, 111123, Москва, ул. Новогиреевская, 3а. irina-korol@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-0578-146X.
- **Екатерина Олеговна Курилович** – эксперт Института экономики здравоохранения НИУ ВШЭ, k-ekaterina-o@mail.ru, +79629421561.
- **Лариса Дмитриевна Попович** – директор Института экономики здравоохранения НИУ ВШЭ, ldpopovich@hse.ru, +79261432443.
- **Ирина Викторовна Фельдблюм** – д. м. н., профессор, заведующая кафедрой эпидемиологии с курсом гигиены и эпидемиологии ФДПО ФГБОУ ВО ПГМУ им. ак. Е. А. Вагнера Минздрава России. +79128853236, irinablum@mail.ru, ORCID 0000-0003-4398-5703.

Поступила: 30.09.2020. **Принята к печати:** 12.10.2020.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

About the Authors

- **Nikolaj I. Briko** – academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), professor, Director of the Institute of Public Health and Head of the Department of Epidemiology and Evidence-Based Medicine of Sechenov University. B. Pirogovskaya, 2, 2. Moscow, Russia 119435. +7 (499) 248 04 13, nbrico@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-6446-2744. Author ID-7004344976.
- **Olga I. Volkova** – expert of Institute of Health Economics, National Research University Higher School of Economics. ovolkova08@mail.ru, +79035254523.
- **Irina S. Koroleva** – Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory epidemiology of meningococcal infection and bacterial meningitis of the Central Research Institute of Epidemiology, 3a Novogireevskaya st., Moscow, 111123, Russia. irina-korol@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-0578-146X.
- **Ekaterina O. Kurilovich** – expert of Institute of Health Economics, National Research University Higher School of Economics. k-ekaterina-o@mail.ru, +79629421561.
- **Larisa D. Popovich** – director of Institute of Health Economics, National Research University Higher School of Economics. ldpopovich@hse.ru, +79261432443.
- **Irina V. Feldblium** – Dr. Sci. (Med.), professor, head of the Department of Epidemiology of State Educational Institution of Higher Professional Education Perm State Medical University Ministry of Health of Russian Federation, Perm. +79128853236, irinablum@mail.ru, ORCID 0000-0003-4398-5703.

Received: 30.09.2020. **Accepted:** 30.09.2020.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.