

## Анализ серологического исследования коклюша среди детей и подростков в Республике Казахстан

М. А. Смагул<sup>1</sup>, Л. Т. Ералиева\*<sup>2</sup>, А. М. Куатбаева<sup>1</sup>, Г. Е. Нусупбаева<sup>1</sup>,  
Л. К. Касабекова<sup>1</sup>, Г. Т. Нукунова<sup>1</sup>, А. М. Сатаева<sup>1</sup>, М. К. Смагулова<sup>1</sup>,  
А. С. Муталиева<sup>1</sup>, А. Б. Сагымбай<sup>1</sup>, О. В. Имангалиева<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Филиал Научно-практический центр санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга «Национальный центр общественного здравоохранения» МЗ РК, г. Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup> РГП на ПХВ «Национальный научный центр фтизиопульмонологии РК» МЗ РК, г. Алматы, Республика Казахстан

<sup>3</sup> Представительство «Санofi Авентис групп», Москва, Россия

### Резюме

**Актуальность.** В 2018 г. во всем мире было зарегистрировано более 151 000 случаев коклюша. В Республике Казахстан заболеваемость коклюшем всегда оставалась актуальной. Заболеваемость регистрируется в основном среди детей до 14 лет, удельный вес которых составляет 96–100% от общей заболеваемости в отдельные годы. Также необходимо отметить, что 82,9–96% заболевших лиц не привиты против коклюша. **Цель.** Оценка длительности защиты после вакцинации против коклюшной инфекции в Казахстане на основе определения уровня антител против коклюшного токсина (РТ), IgA и IgG в качестве специфического маркера коклюшной инфекции или поствакцинального иммунитета у детей и подростков, проживающих в городах Республики Казахстан: Актобе, Караганда, Талдыкорган, Шымкент для определения возраста бустерной вакцинации. **Материалы и методы.** Период проведения исследования: февраль 2021 г. – октябрь 2021 г. Исследование проводилось на базе медицинских организаций городов: Актобе, Караганда, Талдыкорган, Шымкент (в каждом городе одна детская больница и две поликлиники). В исследовании принимали участие пациенты в возрасте 10–14 лет, госпитализированные в детские больницы, и подростки 15–18 лет, посетившие поликлиники. Всего участвовало 520 человек. Критерии включения в исследование: возраст от 10 лет до 18 лет 11 месяцев 29 дней, информированное согласие, полученное от родителей или опекуна (опекунов) или пациента, посещение поликлиники, наличие документированного подтверждения иммунного статуса. **Результаты и обсуждение.** Среди 520 участников исследования – 200 (38,5%) человек в возрасте от 10 до 14 лет и 320 (61,5%) человек от 15 до 18 лет, в том числе мальчиков – 284 (54,6%), девочек – 236 (45,4%). Наибольшее число участников исследования были в возрасте 15, 16 и 17 лет. У 10 участников (1,9%) были периоды длительного кашля в течение последних 6 месяцев. Первую, вторую и третью прививки против коклюша получило 100% детей. Для первых двух прививок использовалась вакцина АКДС (Адсорбированная коклюшно-дифтерийно-столбнячная вакцина). Третью прививку этой же вакциной получили 519 детей, один ребенок – АбКДС в связи с переходом на бесклеточную вакцину со второй половины 2013 г. Ревакцинацию, запланированную в возрасте 18 месяцев, получили 519 участников (99,8%), из них 517 детей (99,6%) привиты АКДС и два ребенка (0,4%) – АбКДС. Чуть более половины детей (276 человек, или 53,1%) также были ревакцинированы в возрасте 6 лет. В биологических образцах крови 17 участников (3,3%) были выявлены IgA, 245 (47,1%) – IgG. У 15 из 17 участников с IgA также присутствовали IgG. Всего антитела классов IgA и IgG были обнаружены у 247 участников, что составило 47,5%. **Выводы.** Выявляемость IgA была статистически значимо выше среди детей старшего возраста и среди детей, имевших респираторные симптомы в течение 6 месяцев перед проведением исследования, IgG обнаруживались статистически значимо выше среди детей, привитых против коклюша в возрасте 6 лет (47,1%) и в возрасте 10–14 лет (56,2%), чем в возрастной группе 15–18 лет (43,8%). Таким образом, можно констатировать снижение защитного вакцинального иммунитета среди более старших возрастных групп.

**Ключевые слова:** коклюш, эпидемиология, заболеваемость, дети, подростки, антитела, вакцинация, иммунитет, Казахстан  
Конфликт интересов не заявлен.

**Финансирование:** исследование проведено при поддержке компании Санofi, Франция.

**Для цитирования:** Смагул М. А., Ералиева Л. Т., Куатбаева А. М. и др. Анализ серологического исследования коклюша среди детей и подростков в Республике Казахстан. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2023;22(1)89-103: <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2023-22-1-89-103>

\* Для переписки: Ералиева Ляззат Тасбулатовна – д. м. н., профессор, заместитель директора по клинической и научной работе Национального научного центра фтизиопульмонологии МЗ РК. 050010, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Бекхожина, 5, +7 (727) 291-86-87, l.eralieva@mail.ru. ©Смагул М. А. и др.

**Analysis of a Serological Study of Pertussis among Children and Adolescents in the Republic of Kazakhstan**

MA Smagul<sup>1</sup>, LT Yeraliyeva\*<sup>2</sup>, AM Kuvatbayeva<sup>1</sup>, GE Nusupbayeva<sup>1</sup>, LK Kasabekova<sup>1</sup>, GT Nukenova<sup>1</sup>, AM Satayeva<sup>1</sup>, MK Smagulova<sup>1</sup>, AS Mutaliyeva<sup>1</sup>, AB Sagymbai<sup>1</sup>, OV Imangaliyeva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Branch Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring «National Center for Public Health» of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan

<sup>2</sup> National Scientific Center of Phthisiopulmonology of the Republic of Kazakhstan of the Ministry of health, Almaty, Republic of Kazakhstan

<sup>3</sup> Representative office of «Sanofi Aventis Group», Moscow, Russia

**Abstract**

**Relevance.** In 2018 over 151 000 cases of whooping cough were reported worldwide. In the Republic of Kazakhstan the incidence of whooping cough has always remained relevant. The incidence is recorded mainly among children under 14 years of age, whose share is 96–100% of the total incidence in certain years. It should also be noted that 82,9–96% of sick people are not vaccinated against whooping cough. **Aims.** Assessment of the duration of protection after vaccination against pertussis infection in Kazakhstan using antibodies against pertussis toxin (PT) and (IgA and IgG) as a specific marker of pertussis infection or vaccination in children and adolescents in the cities of the Republic of Kazakhstan: Aktobe, Karaganda, Taldykorgan, Shymkent for evaluation appropriate age for booster vaccination. **Materials and methods.** For the study included medical organizations in the cities of Aktobe, Karaganda, Taldykorgan, Shymkent. Participants aged 10–14 years who were hospitalized in children's hospitals and 15–18 years old who visited polyclinics were invited to participate in the study. Each city has 1 children's hospital (4 in total) and 2 polyclinics (8 in total). A total of 520 people of different age groups participated. Study period: February 2021 – October 2021. Inclusion criteria were such aspects as: age from 10 years to 18 years 11 months 29 days, informed consent obtained from parents or guardian(s) and patient consent, enrollment after visiting the clinic, the presence of documented evidence of immune status. An association between two qualitative variables is considered statistically significant if the p-value calculated using the Chi-squared test is less than 0.05. **Results.** Among 520 participants aged 10–14 years – 200 (38.5%) and 15–18 years – 320 (61.5%), including boys – 284 (54.6%), girls – 236 (45.4%). The largest number of study participants was aged 15, 16 and 17 years, 10 participants (1.9%) had periods of prolonged coughing in the past 6 months. The first, second and third pertussis vaccines were received by 100% of children. The first and second vaccine for all children was the Adsorbed Diphtheria-Tetanus-Pertussis Vaccine (DPT). The third vaccine for 519 children was also DPT, for one child – AbDPT, due to the transition to a cell-free vaccine from the second half of 2013. The additional vaccine scheduled at 18 months of age was given to 519 participants (99.8%), of which 517 children (99.6%) received DPT and two children (0.4%) DPT. Just over half of the children (276 or 53.1%) also received the whooping cough vaccine at age 6. In biological blood samples of 17 participants (3.3%). antibodies of the IgA class were detected in 245 samples (47.1%) – antibodies of the IgG class. Of the 17 participants with IgA antibodies, 15 also tested positive for IgG. In total antibodies of the IgA and IgG classes were detected in 247 participants which amounted to 47.5%. **Conclusions.** This study showed the duration of protection after pertussis vaccination in Kazakhstan among different age groups. In total, antibodies of the IgA and IgG classes were detected in 247 participants out of 520 which amounted to 47.5%. IgA antibodies were detected in biological blood samples in 17 participants (3.3%), IgG class antibodies in 245 samples (47.1%). The prevalence of IgA antibodies was statistically significantly higher among older children and among children who had respiratory symptoms in the 6 months prior to the study. The prevalence of IgG antibodies was statistically significantly higher among children vaccinated against whooping cough at the age of 6 years (47.1%) and at the age of 10–14 years (56.2%) than in the age group of 15–18 years (43.8%) and also significantly higher among those, who share a bedroom with other family members compared to children living in separate rooms. Thus an increase in whooping cough and a decrease in protective vaccine immunity among older age groups can be stated which raises concerns about transmission of the infection in the home to vulnerable children and the need to strengthen vaccination strategies.

**Keywords:** pertussis, epidemiology, incidence, children, adolescents, antibodies, vaccination, immunity, Kazakhstan

No conflict of interest to declare.

**Funding:** The study was supported by Sanofi, France.

**For citation:** Smagul M.A., Yeraliyeva L.T., Kuvatbayeva A.M., et al. Analysis of a serological study of pertussis among children and adolescents in the Republic of Kazakhstan. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2023.22(1):89-103 (In Russ.). <https://doi:10.31631/2073-3046-2023-22-1-89-103>

**Введение**

Коклюш – это высококонтагиозная респираторная инфекция, вызываемая бактерией *Bordetella pertussis*, которая является хорошо известной

причиной персистирующего кашля, в первую очередь поражающего младенцев и детей раннего возраста. Современные вакцины против коклюша, как цельноклеточные, так и бесклеточные,

\* For correspondence: Yeraliyeva Lyazzat T. – Dr. Sci. (Med.), professor, Deputy director of clinical and scientific work «National Scientific center of phthisiopulmonology MoH RK», 5, Bekkhozina street, Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan, +7 (727) 291-86-87, l.eralieva@mail.ru. ©Smagul MA, et al.

обеспечивают защиту от клинических проявлений болезни более чем 85% привитых, что подтверждается многочисленными клиническими испытаниями. Несмотря на это, во всем мире наблюдается возрождение коклюша [1]. В Северной Америке и Европе высокий охват вакцинацией детей привёл к смещению возрастного пика заболеваемости от младенцев к детям старшего возраста и подросткам [1]. В развивающихся странах 90% бремени инфекции приходится на младенцев [1]. Однако оптимальные стратегии улучшения контроля коклюша остаются неопределёнными, поскольку надёжные данные о заболеваемости и эпиднадзоре скудны, особенно в развивающихся странах [2]. Внедрение массовой вакцинации детей в середине 20-х годов прошлого века значительно уменьшило заболеваемость коклюшем, однако коклюш остаётся эндемичным, поскольку доступные вакцины предотвращают болезнь, но в меньшей степени – заражение и передачу [3]. Инфекция продолжает убивать маленьких детей даже в странах с высоким охватом вакцинацией из-за гиподиагностики [4]. За последние два десятилетия во всём мире наблюдался рост коклюша даже среди вакцинированных групп населения, в основном из-за быстрой потери защитного иммунитета и адаптации патогенов. Как уже отмечено выше, рост распространения коклюша сопровождается смещением заболеваемости на старшие возрастные группы, что вызывает опасения по поводу передачи инфекции в домашних условиях уязвимым детям и требует увеличения охвата вакцинацией.

В 2018 г. во всём мире было зарегистрировано более 151 000 случаев коклюша [4]. В Республике Казахстан заболеваемость коклюшем всегда оставалась актуальной проблемой. Заболеваемость регистрируется в основном среди детей до 14 лет, удельный вес которых составляет 96–100% от общей заболеваемости в отдельные годы. Также необходимо отметить, что 82,9–96% заболевших лиц не привиты против коклюша. За последние несколько лет наблюдалась тенденция роста заболеваемости в стране по сравнению с 2016 г.: в 2017 г. – в 1,4 раза, в 2018 г. – в 3,0 раза, в 2019 г. – в 4,4 раза (2016 г. – 0,18, 2017 г. – 0,25, 2018 г. – 0,54, 2019 г. – 0,8) [5]. В 2020 г. из-за неблагоприятной ситуации по коронавирусной инфекции в мире и стране не исключается возможность не полного учёта и регистрации всех случаев коклюша.

В Казахстане вакцинация против коклюша внесена в Национальный календарь иммунизации в 1971 г. в рамках Расширенной программы иммунизации (РПИ). До 2013 г. для иммунизации против коклюша применялась вакцина АКДС с цельноклеточным коклюшным компонентом [6–8]. С 2013 г. Национальная программа иммунизации осуществила переход с применения вакцин, содержащих адсорбированную коклюшно-дифтерийно-столбнячную вакцину с цельноклеточным коклюшным

компонентом на вакцины, содержащие бесклеточный коклюшный компонент. При этом, новые вакцины внедрялись в составе пяти- и шестикомпонентных комбинированных вакцин (АбКДС+ВГВ+ИПВ+Хиб, АбКДС+ИПВ+Хиб).

Вместе с тем в настоящее время отсутствуют данные о продолжительности защиты от коклюша после проведения первичной серии иммунизации детей в Казахстане, будь то цельноклеточной коклюшной вакциной или бесклеточной.

**Цель исследования** – оценка длительности защиты после вакцинации против коклюшной инфекции в Казахстане на основе определения уровня антител против коклюшного токсина (РТ) и IgA и IgG в качестве специфического маркера коклюшной инфекции или поствакцинального иммунитета у детей и подростков, проживающих в городах Республики Казахстан Актобе, Караганде, Талдыкорган, Шымкент для определения возраста бустерной вакцинации.

#### Материалы и методы

Период проведения исследования: февраль 2021 г. – октябрь 2021 г. Исследование проводилось на базе медицинских организаций городов Актобе, Караганда, Талдыкорган, Шымкент (в каждом городе одна детская больница и две поликлиники). В исследовании принимали участие пациенты в возрасте 10–14 лет, госпитализированные в детские больницы, и подростки 15–18 лет, посетившие поликлиники. Всего участвовало 520 человек.

Перед взятием проб крови врач получал письменное информированное согласие от одного из родителей/опекунов и проводил опрос. Опрос проводился по разработанному вопроснику (см. табл. 8, 9). Подростки-участники и родители/опекуны всех участников были проинформированы о процедурах исследования, обработке данных и информационной безопасности. Процедуры исследования утверждены Комитетом по этике Казахстанского медицинского университета «ВШОЗ» (Протокол № А126 от 17.10.2020).

#### Критерии включения

Возраст от 10 лет до 18 лет 11 месяцев 29 дней, информированное согласие, полученное от родителей или опекуна (опекунов), и согласие пациента, зачисление после посещения поликлиники, наличие документированного подтверждения иммунного статуса.

#### Критерии исключения

Наличие вакцинации от коклюша в последние 12 месяцев, более пяти прививок от коклюша, инфекционные заболевания.

#### Дизайн исследования

Кросс-секционное исследование.

**Лабораторные исследования**

Исследование образцов крови проведено на базе референс-лаборатории по контролю за вирусными инфекциями Научно-практического центра санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга Республики Казахстан.

Для проведения иммуноферментного анализа (ELISA) использовались иммуноферментные наборы производства компании Savyon Diagnostics, Израиль: набор SeroPertussis™ IgA/IgM, предназначенный для качественного определения специфических IgA и/или IgM антител к *Bordetella pertussis*, и набор SeroPertussis™ IgG для полуколичественного определения специфических IgG к *Bordetella pertussis*.

**Статистические методы**

Для количественных переменных вычислялись среднее значение, медиана и разброс (стандартное отклонение и межквартильный интервал). Качественные переменные представлены частотными распределениями, где для каждой категории были подсчитаны абсолютная и относительная частоты встречаемости. Ассоциация между двумя качественными переменными считается статистически значимой, если уровень  $p$ , вычисленный

на основе критерия  $\chi^2$  меньше 0,05. Для статистической обработки данных использована программа R [4].

**Результаты и обсуждение**

Всего в исследование было включено 520 участников, по 130 из каждого города Республики Казахстан: Актобе, Караганда, Талдыкорган, Шымкент (табл. 1).

**Демографическая характеристика**

Среди 520 участников исследования 200 (38,5%) было в возрасте от 10 до 14 лет, 320 (61,5%) – от 15 до 18 лет, в том числе мальчиков – 284 (54,6%), девочек – 236 (45,4%).

Наибольшее число участников исследования были в возрасте 15, 16 и 17 лет (табл. 2, рис. 1).

Средний возраст участников исследования обоего пола составил 15,1 лет (медиана – 15,5 лет) со стандартным отклонением 2,4 года, и эти характеристики были схожи у мальчиков и девочек (табл. 3).

**Факторы риска заболевания коклюшем**

Бактерия *B. pertussis* передаётся от человека к человеку воздушно-капельным путём. Поэтому

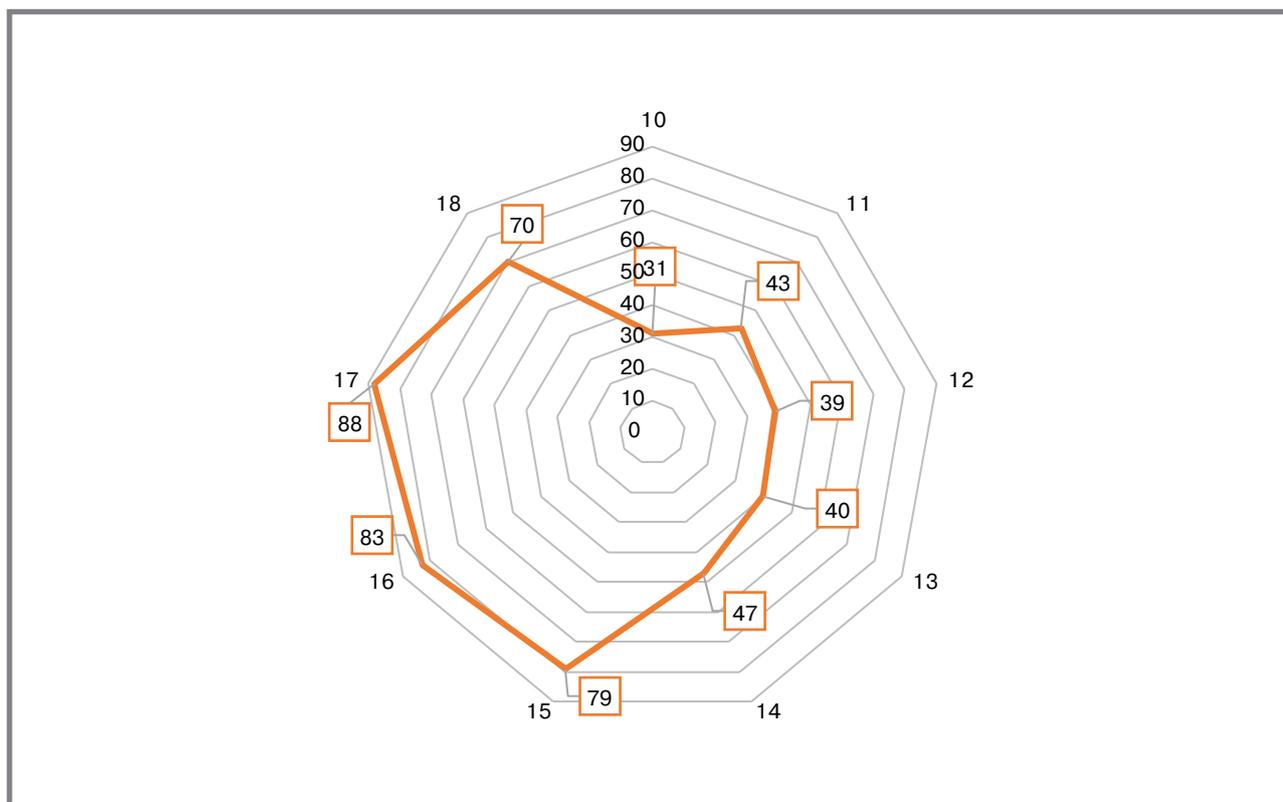
**Таблица 1. Распределение участников исследования по городам и возрастным группам**  
**Table 1. Distribution of survey participants by city and age group**

Возрастные группы Age groups	Талдыкорган Taldykorgan	Шымкент Shymkent	Актобе Aktobe	Караганда Karaganda	Всего Total	%
	Количество участников (Number of participants)					
	130	130	130	130	520	100
10–14	50	50	50	50	200	38,5
15–18	80	80	80	80	320	61,5

**Таблица 2. Распределение участников исследования по возрасту**  
**Table 2. Distribution of participants in the study by age**

Возраст (полных лет)	Количество (n)	Процент (%)
10	31	6.0
11	43	8.3
12	39	7.5
13	40	7.7
14	47	9.0
15	79	15.2
16	83	16.0
17	88	16.9
18	70	13.5
Всего	520	100

**Рисунок 2. Распределение участников исследования по возрасту, абс. количество**  
**Figure 2. Distribution of study participants by age, abs. number**



**Таблица 3. Характеристики возраста участников исследования среди мальчиков и девочек**  
**Table 3. Characteristics of the age of study participants among boys and girls**

Пол Gender	N	Среднее Average	Стандартное отклонение Standard deviation	Медиана Median	Межквартильный интервал Interquartile interval
Мальчики Boys	284	15,1	2,3	15,4	13,34–17,06
Девочки Girls	236	15,2	2,4	15,7	13,31–17,07
Оба пола Both genders	520	15,1	2,4	15,5	13,33–17,06

основным фактором риска заболевания являются контакты людей между собой. В исследовании изучались три основных типа социальных контактов: в организованных коллективах (школе), в домохозяйстве и в многолюдных местах.

Всего детей, посещавших школу, – 71%, мальчики составили 73,9%, девочки – 67,4%. Среди посещавших школу преобладали 15-летние школьники – 92,4%, наименьшая доля приходилась на 18-летних – 38,6% (рис. 3).

С ребёнком в семье в среднем проживают 4,7 человек (стандартное отклонение – 1,8), в том числе до трёх человек включительно – 24,4%, 4–5 человек – 49,0%, шесть человек и более – 25,8%. Чуть менее половины детей (46,9%) имеют отдельную спальню, 53,1% детей делят спальню с другими членами семьи.

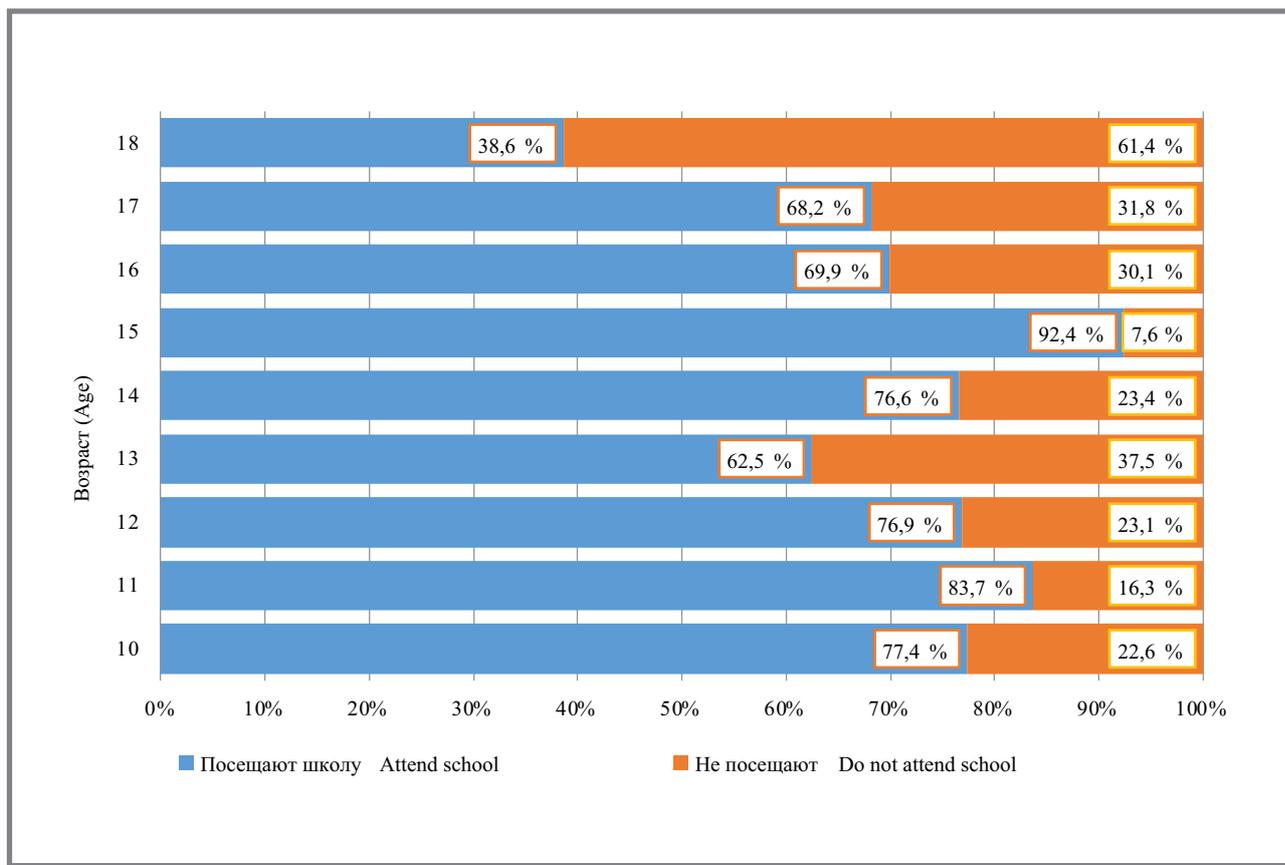
В течение 6 месяцев, предшествующих исследованию, около 60% детей не посещали многолюдные места (торгово-развлекательные центры, кинотеатры, кафе и т.п.). Вместе с тем 25,4% участников посещали такие места один раз в неделю, 7,9% – два-три раза, 6% – 4 раза и более в неделю. Только один ребёнок (0,2%) выезжал за границу в течение последних 6 месяцев.

Такому фактору риска респираторных заболеваний, как пассивное курение, подвергались 19 детей (3,7%), в том числе 14 (2,7%) детей страдали от него каждый день.

**Распространённость симптомов респираторных заболеваний**

У 10 участников (1,9%) были периоды длительного кашля в течение последних 6 месяцев. При этом

**Рисунок 2. Доля детей, посещающих школу в зависимости от возраста, %**  
**Figure 2. Percentage of children attending school by age, %**



у одного ребенка отмечался шумный вдох (0,2%), и ещё у одного ребенка – рвота после приступа кашля (0,2%). Ни один из детей, испытывавших длительный кашель, не имел высокой температуры и цианоза.

В течение месяца, предшествовавшего исследованию, у пятнадцати детей (2,9%) наблюдались инфекции верхних дыхательных путей, которые проявлялись кашлем, насморком или болью в горле. Среди детей с инфекциями верхних дыхательных путей у четырёх (26,6%) отмечался длительный кашель, характерный для коклюша. У одного ребёнка (0,2%) было аутоиммунное заболевание.

Девять детей (1,7%) в предшествовавшем исследованию месяце принимали антибиотики группы пенициллинов, макролидов и фторхинолонов (Амоксил, Аугментин, Ципробай, Цитромакс и др.). Один ребёнок (0,2%) принимал иммунодепрессанты (системный кортизон/преднизолон, метотрексат и т.д.).

**Практика вакцинации детей от коклюша**

Иммунизация против коклюшной инфекции проводится в соответствии с утверждёнными сроками ее проведения и группами населения, подлежащими профилактическим прививкам в стране [6]. Курс вакцинации включает внутримышечные инъекции в 2, 3, 4 месяца и бустер в 18 месяцев и 6 лет. Данные о проведённой иммунизации (вакцинации/ревакцинации) для всех участников

получены из медицинских документов – Форма № 065/у «Карта профилактических прививок».

Первую, вторую и третью прививку против коклюша получили 100% детей. Всем детям первую и вторую прививки проводили Адсорбированной коклюшно-дифтерийно-столбнячной вакциной (АКДС). При третьей прививке (519 детей) использовали также АКДС, один ребёнок был вакцинирован АбКДС в связи с переходом на бесклеточную вакцину со второй половины 2013 г. Ревакцинацию, запланированную в возрасте 18 месяцев, получили 519 участников (99,8%), из них 517 детей (99,6%) вакцинировались АКДС и два ребенка (0,4%) – АбКДС. Чуть более половины детей (276 человек, или 53,1%) были привиты в возрасте 6 лет. Бустерная вакцинация против коклюша детей в возрасте 6 лет в РК введена в Национальный календарь иммунизации с 2013 г. В исследование включены подростки, которые в 6 лет не подлежали бустерной вакцинации в соответствии с действующим Календарем прививок до 2013 г.

Первая прививка в среднем проводилась на 68-й день жизни (медиана возраста), вторая – на 106-й день жизни, третья – на 145-й день. Медиана возраста ревакцинации (бустерной вакцинации) составила 18,8 месяца. Среди тех, кто был вакцинирован от коклюша в 6 лет, медиана возраста составила 6,1 лет. Среди детей, получивших

**Таблица 4. Фактические сроки вакцинации детей от коклюша в возрасте от 10 до 18 лет**  
**Table 4. Actual timing of pertussis vaccination in children aged 10 to 18 years**

	Кол-во Number	Среднее значение Median value	Стандарт- ное отклоне- ние Standard deviation	Медиана Median	Межквар- тильный интервал Interquartile interval	Минималь- ное значение Minimum value	Макси- мальное значение Maximum value
Возраст получения первой прививки (в днях) Age at first vaccination (in days)	520	85.3	58.0	68.5	63-86	52	916
Возраст получения второй прививки (в днях) Age at second vaccination (days)	520	127.4	67.5	106	96-130	88	951
Интервал между первой и второй прививками (в днях) Interval between the first and second vaccinations (in days)	520	42.1	27.8	34	31-41	27	336
Возраст получения третьей прививки (в днях) Age at the third vaccination (in days)	520	171.9	119.9	145	131-178	118	2382
Интервал между второй и третьей прививками (в днях) Interval between the second and third vaccinations (in days)	520	44.4	75.5	33	31-40	23	1671
Возраст получения ревакцинацией (в месяцах) Age to receive booster (in months)	519	20.8	7.1	18.8	18.1-21.4	15.2	73.4
Интервал между третьей прививкой и ревакцинацией (в месяцах) Interval between third vaccination and booster (in months)	519	15.3	6.7	14	13-15	8	69
Возраст второй ревакцинации (в годах) Age at second booster (in years)	276	6.3	0.6	6.1	6.0-6.5	5.2	10.5

первую прививку от коклюша, 19,6% (102) детей привиты с задержкой свыше чем 30 дней, при второй – 64,6% (336), при третьей – 64,8% (337). Первая ревакцинация осуществлялась с отсрочкой у 19,4% (101) детей, вторая ревакцинация с задержкой проведена у 3,2% (9) из числа (277) подлежащих. Согласно данным эпиднадзора, частой причиной задержки вакцинации и ревакцинации являются временные медицинские отводы. Мы считаем, что данные репрезентативны для страны, так как 77,7% детей получили первую прививку в соответствии с национальным графиком вакцинации. Среди 520 детей, включённых в исследование, 77,7% (404) получили первую прививку до достижения трёх месяцев. Курс иммунизации начат после достижения трёхмесячного возраста у 22,2% (116) детей (табл. 4, рис. 3–4).

#### Выявляемость и концентрация IgA и IgG

В биологических образцах крови 17 участников (3,3%) были выявлены иммуноглобулины класса А

(IgA), в 245 образцах (47,1%) – иммуноглобулины класса G (IgG). У 15 из 17 участников с антителами IgA также была положительная реакция на IgG. Всего антитела классов IgA и/или IgG были обнаружены у 247 участников, что составило 47,5%.

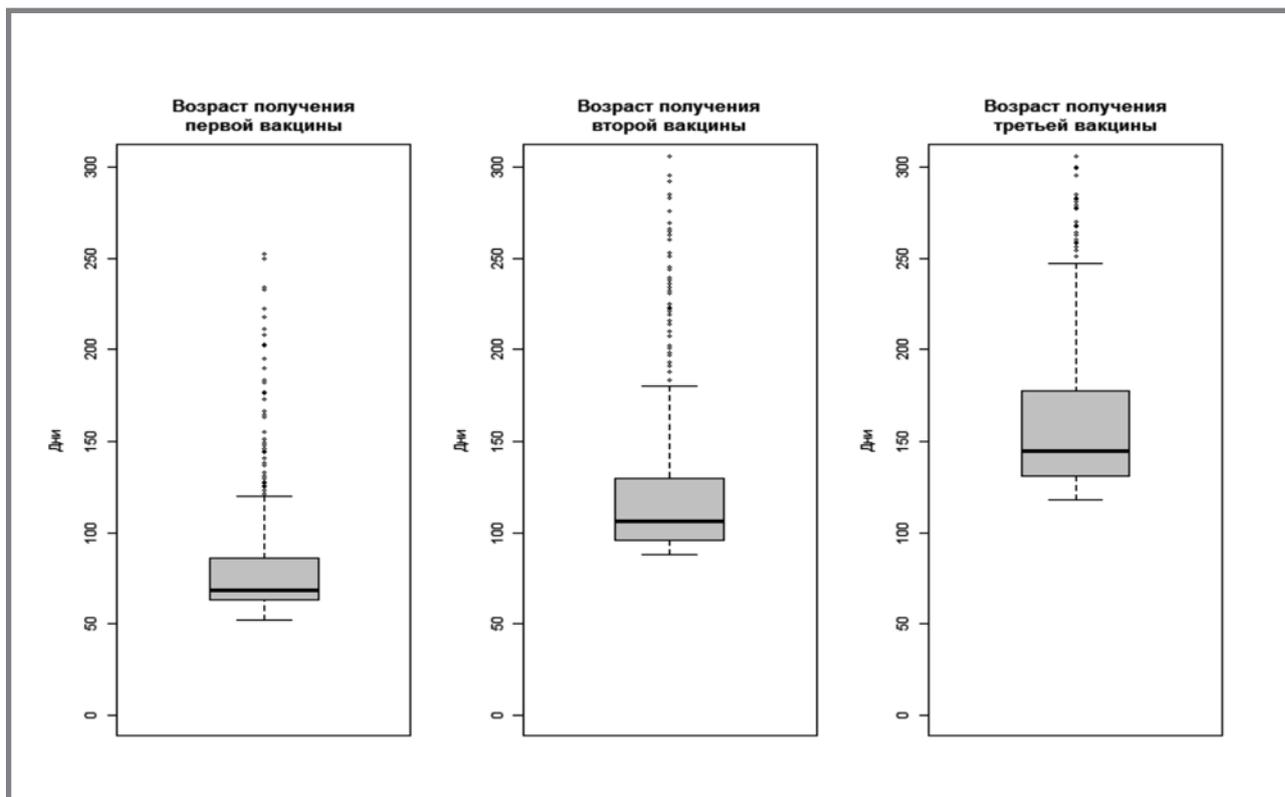
Результаты серологической диагностики можно разделить по уровню выявления IgG:

- от 10,0 до 50,0 – низкий уровень, недостоверный результат, который требует повторного тестирования;
- более 50,0 – результат положительный. антитела обнаружены. Такой результат говорит о том, что человек болен или недавно перенёс коклюш.

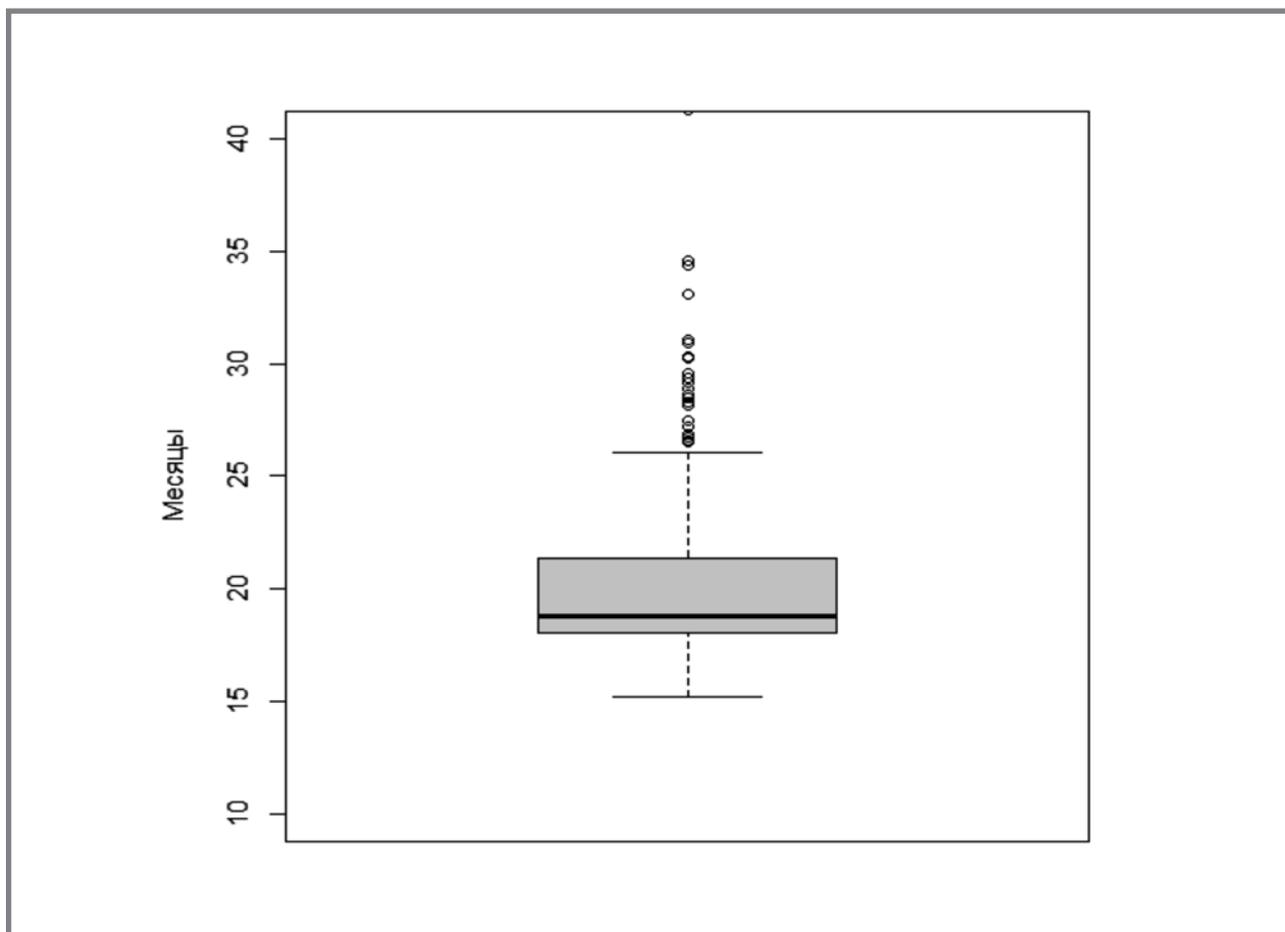
У 38 участников (7,3%) при тестировании на IgG результат был положительный, у 207 участников (39,8%) – слабopоложительный.

Согласно протоколу проекта «Серологический эпиднадзор за *Bordetella Pertussis* среди детей и подростков в Казахстане», для интерпретации результата исследования сыворотки крови

**Рисунок 3. Возраст получения первой, второй и третьей вакцины от коклюша (в днях)**  
**Figure 3. Age of receipt of the first, second and third pertussis vaccine (in days)**



**Рисунок 4. Возраст ревакцинации (в месяцах)**  
**Figure 4. Age of receipt of additional pertussis vaccine (in months)**



**Таблица 5. Результаты количественного определения уровня IgA и IgG**  
**Table 5. IgA and IgG level quantification results**

	Кол-во Number	Среднее значение Median value Единицы измерения Ед\мл	Стандартное отклонение Standard deviation	Медиана Median	Межквартильный интервал Interquartile interval	Минимальное значение Minimum value	Максимальное значение Maximum value
IgA (первый) IgA (first)	17	1,40	0,40	1,26	1,07-1,84	0,70	1,95
IgA (второй) IgA (second)	17	1,73	0,61	1,78	1,22-2,08	1,12	3,50
IgG	245	32,08	26,70	26,60	13,0-43,3	10	305

Примечание: IgA (первый) – показатель оптической плотности в образцах. IgA (второй) – рассчитанный индекс Cut-off.  
 Note: IgA (first) is the optical density index of the samples. IgA (second) is the calculated Cut-off Index.

использованы характеристики иммуноферментной тест-системы «SAVYON SeroPertussis Toxin IgG» (компания Savyon Diagnostic, Израиль). В данном варианте тест-системы в качестве антигена использованы только обогащённые фракции коклюшного токсина (PT), который представляет собой белковый экзотоксин АВ5-типа, продуцируемый *Bordetella pertussis*.

В рамках проведения исследования «Серологический эпиднадзор за *Bordetella pertussis* среди детей и подростков в Казахстане» закуп тест-систем, согласно протоколу, проведён у компании Savyon Diagnostic (Израиль), которая производит тест-системы для определения антител к *Bordetella pertussis* исключительно по предварительной заявке. Компанией представлен набор «SeroPertussis IgG», где в качестве антигенов использованы обогащённые фракции PT и филаментозный гемагглютинин (фактор патогенности *Bordetella pertussis*

обладает высокой иммуногенностью), что позволяет проводить полуколичественное определение IgG антител к *Bordetella pertussis*, для возможности мониторинга иммунного ответа и кинетики антител. Изменение характеристики тест-систем производится самим производителем.

В таблице 5 представлены результаты количественного определения уровня IgA и IgG для положительных результатов указанных лабораторных тестов. По IgA и первый и второй результаты были положительными (больше 1,1).

Среди лиц с антителами класса IgA на возрастную когорту 15–18 лет (n = 17) приходится 82,3% из общего количества детей с положительными результатами IgA (табл. 6).

В 7-й таблице мы можем увидеть выявляемость положительных результатов антител класса IgG среди обследованных. По сравнению с IgA данный класс антител был определён приблизительно у половины детей и подростков.

**Таблица 6. Распространённость антител класса IgA среди детей в возрасте 10–18 лет**  
**Table 6. Prevalence of IgA antibodies among children aged 10–18 years**

	Положительный результат IgA Positive IgA result n (%)	Отрицательный результат IgA Negative IgA result n (%)	ВСЕГО Total n (%)
Возраст (p = 0,073) Age			
10–14	3 (15)	197 (98,5)	200 (100,0)
15–18	14 (4,4)	306 (95,6)	320 (100,0)

**Таблица 7. Распространённость антител класса IgG среди детей в возрасте 10–18 лет**  
**Table 7. Prevalence of IgG antibodies among children aged 10–18 years**

Возраст Age	Положительный результат IgG Positive IgG result n (%)	Отрицательный результат IgG Negative IgG result n (%)	Всего Total n (%)
10–14	93 (46,5)	107 (53,5)	200 (100,0)
15–18	152 (47,5)	168 (52,5)	320 (100,0)

**Таблица 8. Распространённость антител класса IgA у детей в возрасте 10–18 лет**  
**Table 8. Prevalence of IgA antibodies among children aged 10–18 years**

	Положительный результат IgA Positive IgA result n (%)	Отрицательный результат IgA Negative IgA result n (%)	ВСЕГО Total n (%)
Всего Total	17 (3,3)	503 (96,7)	520 (100,0)
Пол /Gender			
Мальчики/Boys	9 (3,2)	275 (96,8)	284 (100,0)
Девочки/Girls	8 (3,4)	228 (96,6)	236 (100,0)
Возраст/Age			
10–12	1 (,9)	112 (99,1)	113 (100,0)
13–15	3 (1,8)	163 (98,2)	166 (100,0)
16–18	13 (5,4)	228 (94,6)	241 (100,0)
Посещает ли ребёнок школу? (p>0,1) Does the child attend school?			
Посещает школу/ Attends school	15 (4,1)	354 (95,9)	369 (100,0)
Не посещает школу/ Does not attend school	2 (1,3)	149 (98,7)	151 (100,0)
Сколько человек живёт в доме с ребёнком?/ How many people live in a house with a child? (p > 0,1)			
До 3 человек включительно/ Up to three persons included	5 (3,9)	122 (96,1)	127 (100,0)
4–5	8 (3,1)	247 (96,9)	255 (100,0)
6 и более/6 or more	4 (3,0)	130 (97,0)	134 (100,0)
У ребёнка есть соседи по комнате (т.е. он делит спальню с кем-либо)/ Does the child have roommates (i.e. does he share a bedroom with anyone)? (p > 0,1)			
Есть совместно проживающие в комнате/ There are people living in the room	9 (3,3)	267 (96,7)	276 (100,0)
Ребёнок живёт в комнате отдельно/ The child lives in a separate room	8 (3,3)	236 (96,7)	244 (100,0)
За последние 6 месяцев как часто ребёнок посещал и оставался в людном месте (кафе, торговый дом и т.п.)/ Over the past 6 months, how often did the child visit and stay in a crowded place (cafe, trading house, etc.) (p > 0,1)			
4 и более раз в неделю/4 or more times a week	2 (6,5)	29 (93,5)	31 (100,0)
2–3 раза в неделю/2-3 times a week	1 (2,4)	40 (97,6)	41 (100,0)
Один раз в неделю/ Once a week	3 (2,3)	129 (97,7)	132 (100,0)
Никогда/ not once	11 (3,5)	305 (96,5)	316 (100,0)
У ребёнка были периоды длительного кашля в течение последних 6 месяцев/ У ребёнка были периоды длительного кашля в течение последних 6 месяцев (p > 0,1)			
Были периоды длительного кашля/ There were periods of prolonged coughing	0 (0)	10 (100,0)	10 (100,0)
Не было периодов длительного кашля/ There were no periods of prolonged coughing	17 (3,3)	493 (96,7)	510 (100,0)

**Таблица 8. Продолжение**  
**Table 8. Continuation**

	<b>Положительный результат IgA</b> <b>Positive IgA result</b> <b>n (%)</b>	<b>Отрицательный результат IgA</b> <b>Negative IgA result</b> <b>n (%)</b>	<b>ВСЕГО</b> <b>Total</b> <b>n (%)</b>
В прошлом месяце у ребёнка были инфекции верхних дыхательных путей (кашель, насморк или боли в горле)/ In the past month, the child had an upper respiratory tract infection (cough, runny nose, or sore throat) ( $p < 0,001$ )			
Были инфекции верхних дыхательных путей/ Have had upper respiratory tract infections	3 (20,0)	12 (80,0)	15 (100,0)
Не было инфекций верхних дыхательных путей/ There were no upper respiratory tract infections	14 (2,8)	491 (97,2)	505 (100,0)
Ребёнок получал вакцину против коклюша в возрасте 6 лет/ Child received pertussis vaccine at age 6 ( $p > 0,1$ )			
Получали вакцину/ received the vaccine	7 (2,5)	269 (97,5)	276 (100,0)
Не получали вакцину/ Did not receive a vaccine	10 (4,1)	234 (95,9)	244 (100,0)

Положительный результат IgA был выявлен в биологических образцах 17 из 520 детей в возрасте от 10 до 18 лет, что составило 3,3%. Согласно ранжированию по полу, у 3,2% (9 из 284) мальчиков и 3,4% (8 из 236) девочек результат был положительным (табл. 8).

Среди детей в возрасте от 10 до 12 лет положительный результат на IgA зарегистрирован у одного ребёнка (0,9% от общего числа детей данного возраста), от 13 до 15 лет – у трёх (1,8%), от 16 до 18 лет – у 13 человек (5,4%,  $p = 0,037$ ). Из всех детей с положительным результатом на IgA 15 человек (4,1% от общего количества посещающих школу) посещают школу (см. табл. 8).

Из 17 детей с положительным результатом на IgA только 7 (2,5%) привиты (положительный результат на IgA), 97,5% не были ревакцинированы в возрасте 6 лет (отрицательный результат на IgA) (см. табл. 8).

Из данных, представленных в таблице 9, видно, что результат выявления IgG был положительным у 245 детей (46,9%) – у 138 мальчиков (48,6%) и 107 девочек (45,3%).

В возрастной группе от 10 до 12 лет IgG был выявлен у 58 человек (51,3%), от 13 до 15 лет – у 76 (45,8%), от 16 до 18 лет – у 111 детей (46,1%). Из всех детей посещают школу 175 человек.

Совместно проживают в семье из трёх человек (включая ребёнка) 68 детей с выявленным IgG, 116 детей (45,5%) – от 4 до 5 человек, 59 детей (44,0%) – от 6 и более человек.

Из 245 детей с положительным результатом на IgG 127 (51,8%) живут в отдельной комнате, 16 детей за последние 6 месяцев посещали и оставались в людных местах 4 и более раз в неделю, 23 ребёнка – 2–3 раза в неделю, 61 – один раз в неделю.

За последние 6 месяцев до исследования только у 6 детей из 245 с положительным результатом на IgG имелись периоды длительного кашля. А также у 7 из всех детей с положительным результатом на IgG были инфекции верхних дыхательных путей (кашель, насморк или боли в горле) (табл. 9).

Из 245 детей с наличием IgG в биологических образцах ревакцинацию против коклюша в возрасте 6 лет прошли 130 детей (53,0%).

Остаётся актуальной проблема заболеваемости коклюшем, выявления и профилактики инфекции среди подросткового и взрослого населения. Наибольшее число участников исследования было в возрасте 15, 16 и 17 лет. Средний возраст участников составил – 15,1 лет, мальчиков было больше девочек на 10%.

Более 70% детей в возрасте 10–18 лет посещают школу, среди мальчиков их доля выше, чем среди девочек (73,9% и 67,4% соответственно). Больше всего детей, посещающих школу, было в возрасте 15 лет, меньше всего – среди 18-летних участников. часть из которых, возможно, завершила обучение в школе. Дети школьного возраста (10–17 лет), не посещавшие школу и обучавшиеся в колледжах, находились на дистанционном обучении в связи с введением ограничительных мероприятий по COVID-19.

В течение 6 месяцев, предшествующих исследованию, примерно 60% детей не посещали многолюдные места (торгово-развлекательные центры, кинотеатры, кафе и т.п.), что, очевидно также, было связано с действующими ограничениями по COVID-19. Вместе с тем, 25,4% участников посещали такие места один раз в неделю, 7,9% – два-три раза, 6% – 4 раза и более в неделю. Только один ребенок (0,2%) выезжал за границу в течение последних 6 месяцев.

Practical Aspects of Epidemiology and Vaccine Prevention

**Таблица 9. Выявляемость антител класса IgG среди детей в возрасте 10–18 лет**  
**Table 9. Detection of IgG antibodies among children aged 10–18 years**

	Положительный результат IgG/ Positive IgG result n (%)	Отрицательный результат IgG/ Negative IgG result n (%)	Всего Total n (%)
Всего/  Total	245 (46,9)	275 (53,1)	520 (100,0)
Пол/Gender			
Мальчики/Boys	138 (48,6)	146 (51,4)	284 (100,0)
Девочки/Girls	107 (45,3)	129 (54,7)	236 (100,0)
Возраст/Age (p > 0.1)			
10–12	58 (51,3)	55 (48,7)	113 (100,0)
13–15	76 (45,8)	90 (54,2)	166 (100,0)
16–18	111 (46,1)	130 (53,9)	241 (100,0)
Посещает ли ребёнок школу?/ Does the child attend school? (p > 0.1)			
Посещают школу/Attend school	175 (47,4)	194 (52,6)	369 (100,0)
Не посещают школу/ Does not attend school	70 (46,4)	81 (53,6)	151 (100,0)
Сколько человек живёт в доме, включая ребёнка/ How many people live in the house including the child (p > 0.1)			
До трёх человек включительно/ Up to three persons included	68 (53,5)	59 (46,5)	127 (100,0)
4–5 человек/4–5 people	116 (45,5)	139 (54,5)	255 (100,0)
6 и более человек/6 or more people	59 (44,0)	75 (56,0)	134 (100,0)
У ребёнка есть соседи по комнате (т.е. он делит спальню с кем-либо)/ Does the child have roommates (i.e. does he share a bedroom with anyone) (p = 0.043)			
Есть совместно проживающие в комнате/ There are people living in the room	118 (42,8)	158 (57,2)	276 (100,0)
Ребёнок живёт в комнате отдельно/ The child lives in a separate room	127 (52,0)	117 (48,0)	244 (100,0)
За последние 6 месяцев как часто ребёнок посещал и оставался в людном месте (кафе, торговый дом и т.п.)/ Over the past 6 months, how often did the child visit and stay in a crowded place (cafe, trading house, etc.) (p > 0.1)			
4 и более раз в неделю/4 or more times a week	16 (51,6)	15 (48,4)	31 (100,0)
2–3 раза в неделю/2-3 times a week	23 (56,1)	18 (43,9)	41 (100,0)
Один раз в неделю/ Once a week	61 (46,2)	71 (53,8)	132 (100,0)
Никогда/ not once	145 (45,9)	171 (54,1)	316 (100,0)
У ребёнка были периоды длительного кашля в течение последних 6 месяцев/ У ребенка были периоды длительного кашля в течение последних 6 месяцев (p > 0.1)			
Были периоды длительного кашля/ There were periods of prolonged coughing	6 (60,0)	4 (40,0)	10 (100,0)
Не было периодов длительного кашля/ There were no periods of prolonged coughing	239 (46,8)	271 (53,2)	510 (100,0)

**Таблица 9. Продолжение**  
**Table 9. Continuation**

	Положительный результат IgG/ Positive IgG result n (%)	Отрицательный результат IgG/ Negative IgG result n (%)	Всего Total n (%)
В прошлом месяце у ребёнка были инфекции верхних дыхательных путей (кашель, насморк или боли в горле)/ In the past month, the child had an upper respiratory tract infection (cough, runny nose, or sore throat) ( $p < 0.001$ )			
Были инфекции верхних дыхательных путей/ Have had upper respiratory tract infections	7 (46,7)	8 (53,3)	15 (100,0)
Не было инфекций верхних дыхательных путей/ There were no upper respiratory tract infections	238 (47,1)	267(52,9)	505 (100,0)
Ребёнок получал вакцину против коклюша в возрасте 6 лет/ Child received pertussis vaccine at age 6 ( $p > 0.1$ )			
Получали вакцину/ Received the vaccine	130 (47,1)	146 (52,9)	276 (100,0)
Не получали вакцину/ Did not receive a vaccine	115 (46,1)	129 (52,9)	244 (100,0)

Первичный комплекс прививок против коклюша получили 100% детей, ревакцинацию – 99,8% (в 18 мес.), бустер (6 лет) – 53,1%. В связи с переходом на бесклеточную вакцину со второй половины 2013 г. первичный комплекс прививок проведён клеточной вакциной.

В среднем первую прививку дети получили на 68-й день жизни при рекомендованном сроке – 60–61 день, вторую – на 106-й день, при рекомендованном сроке – 90–92 дня, третью – на 145-й день жизни – при рекомендованном сроке 120–122 дня. Медиана возраста ревакцинации (бустерной) составила 18,8 месяцев – при рекомендуемом 18 месяцев. Среди тех, кто был вакцинирован от коклюша примерно в 6 лет, медиана возраста её получения составила 6,1 лет, при рекомендуемом 6 лет.

**Корреляция наличия антител IgA и IgG с демографическими характеристиками, факторами риска, симптомами респираторных заболеваний, опытом вакцинации от коклюша**

Среди лиц с антителами класса IgA преобладают участники в возрасте 15–18 лет (82,3%) и не охваченные специфической иммунизацией дети в возрасте 6 лет (58,8%) с давностью иммунизации более 8 лет. Доля лиц с антителами класса IgA выше среди лиц, посещающих школу (88,2%).

В ходе исследования у 17 лиц выявлены антитела класса IgA, но у них, по данным опроса, за последние 6 месяцев не было симптомов, схожих с коклюшем, у трёх (20%) в анамнезе были инфекции верхних дыхательных путей (кашель, насморк или боли в горле). Таким образом, не исключается возможность неполного выявления случаев коклюша среди возрастной группы старше 15 лет и нет полноты данных о роли подростков как источника инфекции среди непривитых детей младшего возраста.

По полу, количеству проживающих лиц вместе с участниками исследования в доме и комнате, посещениях мест массового скопления людей значимых различий не наблюдается.

В возрастной когорте 10–12 лет отмечается высокий удельный вес лиц с антителами класса IgG (51,3%). Доля детей в возрасте 10–12 лет, имеющих положительный результат на IgG, составляет всего 51,3% (58 человек), при этом иммунизацией против коклюша в течение последних 7 лет среди них охвачено 84,5% (49 человек). Данный показатель свидетельствует о том, что к указанному возрасту защита против коклюша начинает снижаться.

Результаты исследования демонстрируют чёткую тенденцию снижения показателей IgG и уровня защиты против коклюша в подростковом возрасте, что является предметом обсуждения необходимости проведения ревакцинации в 16–18 лет.

Кроме того, в более старших возрастах, показатель положительных результатов на IgG также остается низким: в возрасте 13–15 лет он составляет 45,8% (76), в возрасте 16–18 лет – 46,1% (111). В связи с тем, что ревакцинация против коклюша в Казахстане была внедрена в 2013 г., иммунизацией против коклюша в возрасте 13–15 лет охвачено всего 26,3% детей.

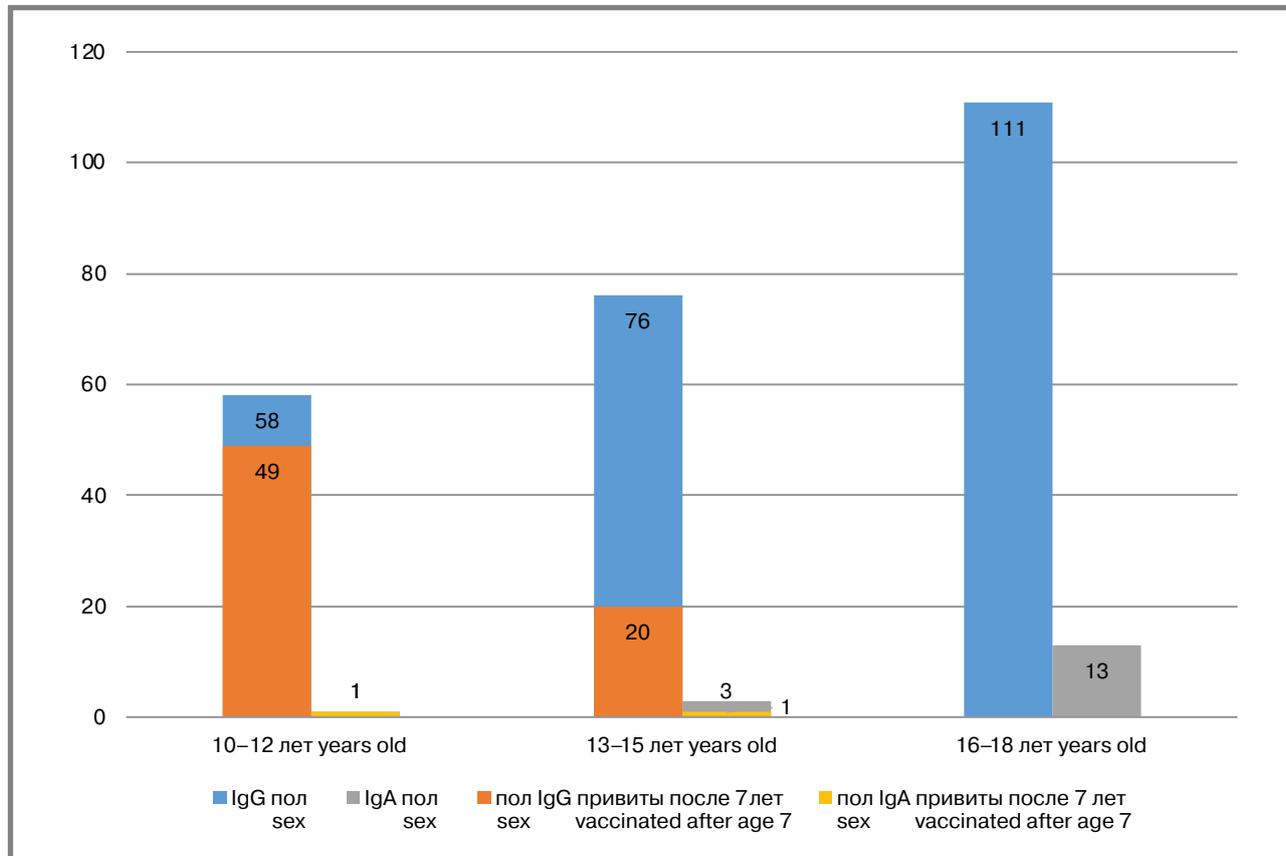
По полу, количеству проживающих лиц вместе с участниками исследования в доме и комнате, по числу посещений учебных заведений и мест массового скопления людей значимых различий не наблюдается.

По данным опроса, у лиц с выявленными IgG в анамнезе за последние 6 месяцев до исследования симптомы, сходные с коклюшем (периоды длительного кашля) отмечались у 6 (2,4%), инфекции верхних дыхательных путей – у 7 (2,9%).

Удельный вес лиц, привитых против коклюша в возрасте 6 лет (47,1%), выше в возрастной

**Рисунок 5. Наличие антител IgA и IgG по возрастным группам и вакцинации от коклюша в последние 7 лет (абс. числа)**

**Figure 5. Presence of IgA and IgG antibodies by age group and pertussis vaccination in the last 7 years (absolute numbers)**



группе 10–14 лет (56,2%), чем 15–18 лет (43,8%). Вместе с тем среди лиц, не имеющих IgG, преобладает возрастная группа 15–18 лет (61%) независимо от иммунного статуса.

У 15 (88,2%) из 17 участников с антителами IgA также была положительная реакция на IgG, что не исключает перенесенную инфекцию. Из числа 17 лиц с IgA положительных 76,5% (13) – это дети возрастной группы 16–18 лет, удельный вес которых составил 5,4% из числа обследованных лиц данной возрастной группы. В указанной возрастной группе иммунизацией против коклюша в возрасте 6–7 лет охвачены 30,8% (4).

Доля детей с выявленными IgA среди детей 10–12 лет – 0,9%, 13–15 лет – 1,8% (рис. 5).

Выявление положительных результатов на IgA также может служить показателем снижения уровня защиты от коклюша в подростковом возрасте, что в очередной раз подтверждает необходимость ревакцинации в возрасте 16–18 лет.

Таким образом, анализ ассоциации между наличием антител IgA и IgG и другими признаками не выявил статистически значимой связи для большинства признаков. Распространённость антител IgA была статистически значимо выше среди детей старшего возраста и среди детей, имевших

респираторные симптомы в течение 6 месяцев перед проведением исследования.

### Заключение

За последние два десятилетия во всём мире наблюдался рост коклюша даже среди вакцинированных групп населения, в основном из-за быстрой потери защитного иммунитета и адаптации патогенов.

Данное исследование показало продолжительность защиты после вакцинации против коклюшной инфекции в Казахстане среди различных возрастных групп. Всего антитела классов A и G были обнаружены у 247 участников из 520, что составило 47,5%.

Распространённость антител IgA была статистически значимо выше среди детей старшего возраста и среди детей, имевших респираторные симптомы в течение 6 месяцев перед проведением исследования. Выявляемость антител IgG была статистически значимо выше среди детей, привитых против коклюша в возрасте 6 лет (47,1%) и в возрасте 10–14 лет (56,2%), чем в возрастной группе 15–18 лет (43,8%).

Таким образом, можно констатировать рост коклюша и снижение защитного вакцинального иммунитета среди более старших возрастных групп.

## Литература

1. Macina D. Evans KE. *Bordetella pertussis in School-Age Children, Adolescents, and Adults: A Systematic Review of Epidemiology, Burden, and Mortality in the Middle East. Infectious diseases and therapy*. vol. 10.2 (2021): 719–738. doi:10.1007/s40121-021-00440-8
2. Kilgore PE. Salim AM. Zervos MJ. Schmitt HJ. *Pertussis: microbiology, disease, treatment, and prevention. Clin Microbiol Rev.* 2016.29(3):449–486.
3. Kamiya H. Otsuka N. Ando Y., et al. *Transmission of Bordetella holmesii during pertussis outbreak. Japan. Emerg Infect Dis.* 2012.18(7):1166–1169.
4. [https://www.who.int/health-topics/pertussis#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/pertussis#tab=tab_1). Дата доступа: 7 января 2022 года
5. <http://rk-nph.kz/ru/>. Дата доступа: 7 января 2022 года
6. Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 сентября 2020 года № 612 «Об утверждении перечня заболеваний, против которых проводятся обязательные профилактические прививки в рамках гарантированного объема медицинской помощи, правил, сроков их проведения и групп населения, подлежащих профилактическим прививкам».
7. Приказ МЗ РК «Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к организации и проведению санитарно-противоэпидемических и санитарно-профилактических мероприятий в отношении больных инфекционными заболеваниями, против которых проводятся профилактические прививки» от 2 февраля 2021 года № Р ДСМ-13.
8. Приказ МЗ РК «Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования по проведению профилактических прививок населению» от 13 июня 2018 года № 361.

## References

1. Macina D. Evans KE. *Bordetella pertussis in School-Age Children, Adolescents, and Adults: A Systematic Review of Epidemiology, Burden, and Mortality in the Middle East. Infectious diseases and therapy*. vol. 10.2 (2021): 719–738. doi:10.1007/s40121-021-00440-8
2. Kilgore PE. Salim AM. Zervos MJ. Schmitt HJ. *Pertussis: microbiology, disease, treatment, and prevention. Clin Microbiol Rev.* 2016.29(3):449–486.
3. Kamiya H. Otsuka N. Ando Y., et al. *Transmission of Bordetella holmesii during pertussis outbreak. Japan. Emerg Infect Dis.* 2012.18(7):1166–1169.
4. [https://www.who.int/health-topics/pertussis#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/pertussis#tab=tab_1) Access date: January 7, 2022
5. <http://rk-nph.kz/ru/> Access date: January 7, 2022 [In Russ.].
6. Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated September 24, 2020 No. 612 «On approval of the list of diseases against which mandatory preventive vaccinations are carried out within the guaranteed volume of medical care, rules, terms of their implementation and population groups subject to preventive vaccinations» [In Russ.].
7. Order of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan «On approval of the Sanitary Rules «Sanitary and epidemiological requirements for the organization and implementation of sanitary and anti-epidemic and sanitary and preventive measures for patients with infectious diseases against whom preventive vaccinations are carried out» dated February 2, 2021 No. Р ДСМ-13 [In Russ.].
8. Order of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan «On approval of the Sanitary Rules «Sanitary and epidemiological requirements for preventive vaccinations for the population» dated June 13, 2018 No. 361. [In Russ.].

## Об авторах

- **М. А. Смагул** – заместитель директора Филиала Научно-практический центр санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга «Национальный центр общественного здравоохранения» МЗ РК, 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Ауэзова, 84, +7 (701) 744-46-81. manarka@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0905-8121.
- **Л. Т. Ералиева** – д. м. н., профессор, заместитель директора по клинической и научной работе Национального научного центра физиологии и патологии МЗ РК, 050010, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Бекхожина, 5, +7 (727) 241-11-28. leralieva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0892-166X.
- **А. М. Куатбаева** – директор Филиала Научно-практический центр санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга «Национальный центр общественного здравоохранения» МЗ РК, 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Ауэзова, 84, +7 (708) 972-35-27, akuatbaeva@hls.kz. ORCID: 0000-0002-1391-4253.
- **Г. Е. Нусупбаева** – заведующая лабораторией Филиала НПЦСЭМ «НЦОЗ» МЗ РК, 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Ауэзова, 84, +7 (701) 494-56-64. gnusupbaeva@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4304-6386.
- **Л. К. Касабекова** – руководитель отдела Филиала НПЦСЭМ «НЦОЗ» МЗ РК, 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Ауэзова, 84, +7 (701) 300-35-03, kasabekova\_74@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9768-0289.
- **Г. Т. Нуkenова** – врач-эпидемиолог Филиала НПЦСЭМ «НЦОЗ» МЗ РК, 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Ауэзова, 84, +7 (771) 400-77-84. gnukenova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-6661-0392.
- **А. М. Сатаева** – врач-эпидемиолог Филиала НПЦСЭМ «НЦОЗ» МЗ РК, 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Ауэзова, 84, +7 (708) 556-67-33, aigulya\_dtcs@bk.ru. ORCID: 0000-0002-1279-5301.
- **М. К. Смагулова** – главный специалист Филиала НПЦСЭМ «НЦОЗ» МЗ РК, 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Ауэзова, 84, +7 (777) 221-98-42, mirasmaga@mail.ru. ORCID: 0000-0003-1450-4587.
- **А. С. Муталиева** – врач-лаборант Филиала НПЦСЭМ «НЦОЗ» МЗ РК, 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Ауэзова, 84, +7 (707) 241-07-88, aknyr.kz@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9608-4138.
- **А. Б. Сагымбай** – врач-лаборант Филиала НПЦСЭМ «НЦОЗ» МЗ РК, 050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Ауэзова, 84, +7 (701) 793-99-44, altinai\_s@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2323-5043.
- **О. В. Имангалиева** – медицинский консультант ТОО «Санofi-авенсис Казахстан». Республика Казахстан, г. Алматы, пр-т имени Н. Назарбаева, 187 Б, бизнес-центр «Star». +7 (775) 320-40-14, oimangaliyeva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3016-3586.

Поступила: 22.10.2022. Принята к печати: 20.01.2023.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

## About the Authors

- **Manar A. Smagul** – Deputy Director of the Branch Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring «National Center for Public Health» of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. 84, Auezov street, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan. +7 (701) 744-46-81, manarka@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0905-8121.
- **Lyazzat T. Yerallyeva** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Clinical and Scientific Work of the RSE on REM «National Scientific Center for Phthisiopulmonology of the Republic of Kazakhstan» of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. 5, Bekkhozina street, Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan. +7 (727) 241-11-28, leralieva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0892-166X.
- **Ainagul M. Kuatbayeva** – Director of the Branch Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring «National Center for Public Health» of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. 84, Auezov street, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan. +7 (708) 972-35-27, akuatbaeva@hls.kz. ORCID: 0000-0002-1391-4253.
- **Gaukhar E. Nusupbaeva** – Head of the Laboratory of the Branch Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring «National Center for Public Health» of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. 84, Auezov street, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan. +7 (701) 494-56-64, gnusupbaeva@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4304-6386.
- **Lena K. Kasabekova** – Head of the Department of the Branch Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring «National Center for Public Health» of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. 84, Auezov street, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan. +7 (701) 300-35-03, kasabekova\_74@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9768-0289.
- **Gaukhar T. Nukenova** – Epidemiologist of the Branch Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring «National Center for Public Health» of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. 84, Auezov street, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan. +7 (771) 400-77-84, gnukenova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-6661-0392.
- **Aigul M. Satayeva** – Epidemiologist of the Branch Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring «National Center for Public Health» of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. 84, Auezov street, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan. +7 (708) 556-67-33, aigulya\_dtcs@bk.ru. ORCID: 0000-0002-1279-5301.
- **Meiramgul K. Smagulova** – Chief Specialist of the Branch Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring «National Center for Public Health» of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. 84, Auezov street, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan. +7 (777) 221-98-42, mirasmaga@mail.ru. ORCID: 0000-0003-1450-4587.
- **Aknur S. Mutaliyeva** – doctor laboratory assistant of the Branch Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring «National Center for Public Health» of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. 84, Auezov street, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan. +7 (707) 241-07-88, aknyr.kz@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9608-4138.
- **Altynay B. Sagymbay** – doctor laboratory assistant of the Branch Scientific and Practical Center for Sanitary and Epidemiological Expertise and Monitoring «National Center for Public Health» of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. 84, Auezov street, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan. +7 (701) 793-99-44, altinai\_s@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2323-5043.
- **Oxana V. Imangaliyeva** – medical advisor of Sanofi-avis Kazakhstan LLP. business center «Star». 187 B, avenue named after N. Nazarbayev, Almaty, Republic of Kazakhstan. +7 (775) 320-40-14, oimangaliyeva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3016-3586.

Received: 22.10.2022. Accepted: 20.01.2023.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.