

ЭКОПОЛЛЮТАНТЫ И БРОНХИАЛЬНАЯ АСТМА У ДЕТЕЙ МЕГАПОЛИСА

© Елена Александровна Турганова

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России.
197341, Санкт-Петербург, Аккуратова ул., 2

Контактная информация: Елена Александровна Турганова — младший научный сотрудник научно-исследовательской группы «Эпигенетики и метагеномики в перинатологии и педиатрии. E-mail: alfa_psy@mail.ru

Резюме. БА является чувствительным маркером загрязнения атмосферного воздуха в больших городах. Цель — изучение особенностей БА у детей, в зависимости от района проживания. Обследовано 114 детей, больных БА средней степени тяжести. Средний возраст детей составил $5,33 \pm 0,27$ лет. 1-я группа — дети, в экологически неблагоприятных районах города Санкт-Петербурга, 2-я группа — дети, проживающие в экологически благополучных районах города Санкт-Петербурга (по данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга за период 2013–2016 гг.) Математико-статистическая обработка данных проведена с использованием программы Stat Soft Statistica 6.0. и Microsoft Excel 7.0 для Windows-XP. Большинство обследованных детей, страдающих БА, проживают в районах с экологически неблагоприятным состоянием атмосферного воздуха (75% и 25%, $p < 0,05$). Дебют заболевания у пациентов из группы 1 отмечался в более раннем возрасте ($15 \pm 1,3$ мес. и $24 \pm 1,2$ мес. $p < 0,05$), а количество бронхообструктивных синдромов, перенесенных ребенком до момента установления диагноза БА, было достоверно больше ($9,1 \pm 0,3$ и $5,2 \pm 0,2$ $p < 0,05$). У детей группы 1 степень выраженности сенсибилизации к основным аллергенам была достоверно выше, чем у пациентов из группы 2. У детей группы 1 значения фагоцитарного числа значительно превышали таковые у пациентов из группы 2 ($56,89 \pm 4,38$ и $29,67 \pm 5,82$, $p < 0,05$), при сниженных показателях фагоцитарного индекса и завершенности фагоцитоза. Заключение: Дети с БА, проживающие в экологически неблагоприятных районах мегаполиса, отличаются более ранним дебютом заболевания, высоким уровнем общего IgE, выраженной поливалентной сенсибилизацией; у пациентов, проживающих в экологически неблагоприятных районах мегаполиса отмечается изменение показателей врожденного иммунитета.

Ключевые слова: дети, экология, экополлютанты, бронхиальная астма, мегаполис, иммунитет.

ECOPOLLUTANTS AND ASTHMA IN CHILDREN IN METROPOLIS

© Elena A. Turganova

V.A. Almazov National Medical Research Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia.
197341, St. Petersburg, Akkuratova ul., 2

Contact Information: Elena A. Turganova — Junior researcher of the research group “Epigenetics and metagenomics in Perinatology and Pediatrics. E-mail: alfa_psy@mail.ru

Summary. BA is a sensitive marker of air pollution in large cities. The purpose is to study the characteristics of BA in children depending on the area of residence. 114 children with moderate asthma were examined. The average age of children was 5.33 ± 0.27 years. Group 1 — children in environmentally disadvantaged areas of the city of St. Petersburg, Group 2 — children living in environmentally safe areas of the city of St. Petersburg (according to the Committee for Environmental Management, Environmental Protection and Ensuring the Environmental Safety of St. Petersburg for the period 2013–2016 yy.) Mathematical-statistical data processing was carried out using the

program Stat Soft Statistica 6.0. and Microsoft Excel 7.0 for Windows XP. Most of the examined children suffering from AD live in areas with ecologically unfavorable state of atmospheric air (75% and 25%, $p < 0.05$). The debut of the disease in patients from group 1 was observed at an earlier age (15 ± 1.3 months). And 24 ± 1.2 months. $p < 0.05$), and the number of broncho-obstructive syndromes suffered by the child before the diagnosis of BA was significantly higher (9.1 ± 0.3 and 5.2 ± 0.2 $p < 0.05$). In group 1 children, the degree of sensitization to the main allergens was significantly higher than in group 2 patients. In children of group 1 phagocytic number significantly exceeded those in patients from group 2 (56.89 ± 4.38 and 29.67 ± 5.82 , $p < 0.05$), with reduced rates of phagocytic index and completion of phagocytosis. Conclusion. children with AD, living in ecologically unfavorable areas of the metropolis, characterized by an earlier onset of the disease, a high level of total IgE, expressed polyvalent sensitization; patients, living in ecologically unfavorable areas of the metropolis, there is a change in the indicators of innate immunity.

Key words: children, ecology, ecopollutants, bronchial asthma, metropolis, immunity.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие бронхиальной астмы (БА) связано с комплексом внутренних (генетическая предрасположенность, атопия, гиперреактивность) и внешних (аллергены, курение, воздушные загрязнители, респираторные инфекции и т.д.) факторов [1]. Внешние факторы — экозагрязнители — многочисленны, их воздействие на дыхательный тракт ребенка тесно связано с загрязнением окружающей среды [2–5]. Они могут выступать в качестве раздражителей, провоцирующих развитие бронхиальной гиперреактивности, а также сенситизаторов или иммунодепрессоров, ведущих к снижению резистентности организма вследствие угнетения факторов врожденного или адаптивного иммунитета [6–9]. На сегодняшний день уже не вызывает сомнения тот факт, что БА является чувствительным маркером загрязнения атмосферного воздуха. Дети обладают повышенной чувствительностью к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, особенно в критические периоды развития и роста, к которым относятся перинатальный период и первые годы жизни ребенка [10–14].

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха мегаполиса являются выбросы автомобильного, железнодорожного и других видов транспорта, топливно-энергетических предприятий, предприятий приборостроения, очистных сооружений, а основными загрязнителями — взвешенные вещества, бензапирен, диоксид азота, формальдегид, оксид углерода, фенол. При этом только выбросы автомобильного транспорта содержат около 300 загрязняющих веществ, обладающих токсическим действием, основными из которых являются оксид углерода и углеводороды (фенол, формальдегид, бензапирен), оксиды азота, ди-

оксид серы. При работе автомобиля в атмосферу поступает также резиновая пыль, образующаяся при истирании покрышек, сажа дизельного транспорта, свинец. Взвешенные вещества включают в себя пыль, золу, сажу, дым и др., при этом 40–70% компонентов взвешенных веществ имеют размер частиц 0,25–10 мкм, что способствует их осаждению в мелких бронхах и легочной ткани. Кроме того, в состав сажи входят смолистые вещества, обладающие канцерогенным действием. Взвешенные частицы дыма и пыли попадают в глаза, способствуя не только травмам, но и воспалительным процессам, раздражению слизистых оболочек дыхательных путей, вызывая кашель. Основными источниками диоксида азота (NO_2), вызывающего раздражение нижних дыхательных путей и особенно легочной ткани и способствующего изменению слизистой оболочки бронхов, являются выхлопные газы автомобилей, локомотивов, выбросы теплостанций. Диоксид серы (SO_2), поступающий в атмосферу при сгорании топлива, содержащего серу (уголь, мазут), вызывает поражение верхних дыхательных путей, так как легко растворяется в слизи рото- и носоглотки, гортани, трахеи, а при постоянном воздействии SO_2 на органы дыхания возможно развитие поражения нижних отделов дыхательной системы с развитием острых бронхитов. При взаимодействии SO_2 с водяным паром и взвешенными частицами образуется вторичные загрязнители, такие как серная кислота и ее соли, которые попадая в легкие, способны нарушать целостность легочной ткани [15–17].

Антропогенные источники выбрасывают в атмосферу множество летучих органических соединений (ЛОС), основными из которых являются формальдегид, фенолы, бензапирен, которые образуются в основном при неполном сгорании углеводородов автомобильного то-

Таблица 1

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников (автомобильного и железнодорожного транспорта) в 2013–2016 гг., тыс. тонн. (суммарные/автотранспорт)

	Твердые	SO ₂	CO	NOx	CHx	ЛОС	Всего
2013	2,7/0,8	5,4/2,2	396,8/374,4	66,5/38,9	10,6/2	53,4/45,1	536,6/464,3
2014	3/0,8	4,7/2,1	377,4/356,1	62,3/37,2	16,9/1,9	47,9/42,8	513,2/441,7
2015	3,1/0,8	4,7/2,2	379,4/360,1	61,4/37,7	22,3/1,9	49,2/43,2	521/446,7
2016	3,4/0,8	4,6/2,1	383,4/361,1	65,9/37,5	22,7/1,9	48,9/43,5	530,2/447,8

плива, на теплоэлектростанциях, химических и нефтеперегонных заводах. При этом формальдегид в высоких концентрациях может оказывать выраженное раздражающее действие на слизистую глаз, верхних дыхательных путей и кожи, вызывая формирование конъюнктивита, ринита, бронхита, отека глотки и легких, а фенол, даже при воздействии минимальных количеств, которые легко проникают в организм через легкие и быстро образуют соединения с другими веществами, вызывает раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и глаз, что проявляется чиханием, кашлем, головной болью, головокружением, тошнотой, слабостью. При длительном воздействии фенола отмечается нарушение функций нервной системы, дыхания и кровообращения [2]. Аэрополлютанты способны изменять микробиом человека, что также способствует заболеванию бронхиальной астмой.

Исходя из вышеизложенного, целью нашего исследования стало изучение особенностей БА у детей в зависимости от района проживания. Всего обследовано 114 детей, больных БА средней степени тяжести. Средний возраст детей составил $5,33 \pm 0,27$ лет. В зависимости от места проживания дети были разделены на 2-й группы: 1-я группа — дети, в экологически неблагоприятных районах города Санкт-Петербурга, 2-я группа — дети, проживающие в экологически благополучных районах города Санкт-Петербурга. Группы были сопоставимы по полу и возрасту, объему базисной противовоспалительной терапии. У детей изучались особенности анамнеза (в том числе заболевания), характер течения БА, уровни общего и специфических IgE, степень выраженности сенсibilизации, проводилась оценка состояния системы иммунитета. При анализе характера аэрополлютантов в мегаполисе и количества выбрасываемых веществ в атмосфере (по данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга за период 2013–2016 гг.) были выделены районы экологически благополучные и экологически

неблагополучные. Математико-статистическая обработка данных проведена с использованием программы Stat Soft Statistica 6.0. и Microsoft Excel 7.0 для Windows-XP.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Установлено, что суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от разных источников в экологически неблагоприятных районах оставались неизменными за последние годы, однако отмечалось снижение по показателю двуокиси серы и рост по показателю твердых веществ. При этом самый большой вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносили оксид углерода, оксид азота (NOx), углеводороды (CHx), летучие органические соединения (ЛОС), источником которых является, в основном, автомобильный транспорт (табл. 1).

Большинство обследованных детей, страдающих БА, проживают в районах с экологически неблагоприятным состоянием атмосферного воздуха (75% против 25%, соответственно). При этом дебют заболевания у пациентов из экологически неблагоприятных районов города отмечался в более раннем возрасте ($15 \pm 1,3$ мес. против $24 \pm 1,2$ мес. соответственно, $p < 0,05$), а количество бронхообструктивных синдромов, перенесенных ребенком до момента установления диагноза БА, было достоверно больше ($9,1 \pm 0,3$ против $5,2 \pm 0,2$ соответственно, $p < 0,05$).

При анализе спектра сенсibilизации было установлено, что у всех обследованных детей преобладала поливалентная сенсibilизация (пищевые, бытовые, пыльцевые, эпидермальные и грибковые аллергены), однако, у детей, проживающих в экологически неблагоприятных районах города, степень выраженности сенсibilизации к основным аллергенам была достоверно выше, чем у пациентов из экологически благополучных районов мегаполиса (средней степени выраженности и высокая против низкой и средней степени выраженности).

При оценке состояния иммунной системы не выявлено достоверной разницы в показателях Т- или В-клеточного иммунитета, однако, активность фагоцитарного звена отличалась в зависимости от района проживания ребенка. Так, у детей из экологически неблагоприятных районов значения фагоцитарного числа достоверно превышали таковые у пациентов из благополучных районов города ($56,89 \pm 4,38$ против $29,67 \pm 5,82$ соответственно, $p < 0,05$), при сниженных показателях фагоцитарного индекса и завершенности фагоцитоза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенные исследования позволяют сказать, что:

- в мегаполисе наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят оксид углерода, оксид азота (NOx), углеводороды (СНх), летучие органические соединения (ЛОС), источником которых является, в основном, автомобильный транспорт;
- дети с БА, проживающие в экологически неблагоприятных районах мегаполиса, отличаются более ранним дебютом заболевания, высоким уровнем общего IgE, поливалентной сенсibilизацией со средней или высокой степенью ее выраженности;
- у пациентов, проживающих в экологически неблагоприятных районах мегаполиса отмечается изменение показателей врожденного иммунитета в виде повышения количества фагоцитирующих клеток при снижении индекса завершенности фагоцитоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальная программа «Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактики». Чучалин А.Г., Абелевич М.М., Архипов В.В., Ильенкова Н.А. и др. 4-е изд. М., 2012: 184.
2. Безуглая Э. Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения. СПб.: Астерион, 2008; 254.
3. Панасенкова Е.В., Косенкова Т.В. Факторы экологического неблагополучия, влияющие на формирование и течение бронхиальной астмы у детей. в сборнике: актуальные вопросы оздоровления детей и подростков с помощью стационарзамещающих технологий. Сборник работ, посвященный 65-летию Консультативно-диагностического центра для детей № 2. Санкт-Петербург; 2016: 191–203.
4. Панасенкова Е.В., Косенкова Т.В., Легонькова Т.И. Влияние антропогенной нагрузки на течение и формирование бронхиальной астмы у детей. Профилактическая и клиническая медицина. 2013; 4(49): 13–9.
5. Косенкова Т.В., Новикова В.П., Турганова Е.А., Богданова Н.М., Бойцова Е.А., Околынишникова Д.А. Аэрополлютанты как маркеры экологически зависимых заболеваний (бронхиальной астмы) у детей. В сборнике: Традиции и инновации петербургской педиатрии Сборник трудов научно-практической конференции. Под редакцией А.С. Симаходского, В.П. Новиковой, Т.М. Первуниной, И.А. Леоновой. 2017: 173–180.
6. Гурина О.П., Блинов А.Е., Тимохина В.И., Варламова О.Н., Зайцева Г.И. Состояние иммунной и эндокринной системы у детей промышленно развитого региона Ленинградской области. Медицинская иммунология. 2004; Т. 6(3–5): 412–413.
7. Мизерницкий Ю.Л., Косенкова Т.В., Маринич В.В. Состояние Т-и В-клеточного звеньев иммунитета и системы фагоцитоза у детей, больных бронхиальной астмой. Аллергология. 2005; № 3: 35.
8. Турганова Е.А., Косенкова Т.В., Новикова В.П. Особенности спектра сенсibilизации у детей, страдающих бронхиальной астмой средней степени тяжести. Вопросы детской диетологии. 2018; Т. 16(3): 23–27.
9. Косенкова Т.В., Новикова В.П., Турганова Е.А., Бойцова Е.А. Анализ сенсibilизации у детей с бронхиальной астмой, проживающих в большом промышленном городе. В сборнике: Апрельские чтения материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти профессора М.В. Пиккель. 2018: 109–115.
10. Bogdanova N.M., Kosenkova T.V., Novikova V.P., Boytsova E.A., Gaile L.O., Gavrina I.A. Epigenetic factors of atopic phenotype formation in infants, born from mothers with bronchial asthma. Archives of Disease in Childhood. 2017; Т. 102(S2): A42.
11. Hackenberg S, Scherzed A, Zapp A, Radeloff K, Ginzkey C, Gehrke T, Ickrath P, Kleinsasser N. Genotoxic effects of zinc oxide nanoparticles in nasal mucosa cells are antagonized by titanium dioxide nanoparticles. Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen. 2017 Apr; 816–817: 32–37. DOI: 10.1016/j.mrgentox.2017.02.005. Epub 2017 Mar 31.
12. Lippmann M, Chen LC, Gordon T, Ito K, Thurston GD. National Particle Component Toxicity (NPACT) Initiative: integrated epidemiologic and toxicologic studies of the health effects of particulate matter components. Res Rep Health Eff Inst. 2013 Oct; (177): 5–13.
13. Новикова В.П., Косенкова Т.В., Турганова Е.А., Листопадова А.П. Микроэлементный статус подростков, страдающих бронхиальной астмой. Вопросы детской диетологии. 2017; Т. 15(1): 35–39.
14. Новикова В.П., Косенкова Т.В., Листопадова А.П., Турганова Е.А., Демченкова О.А. Микроэлементный статус детей с бронхиальной астмой, проживающих

- В Санкт-Петербурге. Вопросы детской диетологии. 2017; Т. 15(6): 43–48.
15. Дыбунова Е.Л. Влияние экологических факторов на аллергическую заболеваемость детского населения Российской Федерации. Автореф. дис... канд. мед. наук. М.: ГУ Научный центр здоровья детей РАМН, 2008.
 16. Lee Y.L. Effects of ambient air pollution on pulmonary function among schoolchildren. *Int. J. Hyg. Environ. Health*. 2011; № 214(5): 369–375.
 17. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.2604–10. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнение № 8 к ГН 2.1.6.1338–03, Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. 2005 г.
 18. Новикова В.П., Листопадова А.П., Косенкова Т.В., Павлова С.Е., Демченкова О.А. Кишечная микробиота у детей с бронхиальной астмой. Профилактическая и клиническая медицина. 2017; № 4(65): 30–34.
 19. Новикова В.П., Косенкова Т.В., Листопадова А.П., Павлова С.Е., Турганова Е.А., Демченкова О.А. Эффективность препарата «Зостерин ультра» в коррекции микрoэкологических нарушений у детей при бронхиальной астме. Всероссийский междисциплинарный медицинский журнал «Терра медика». 2017; № 1–2(87–88): 47–56.
 20. Новикова В.П., Листопадова А.П., Замятина Ю.Е. Нужны ли адсорбенты при лечении бронхиальной астмы? В сборнике: Апрельские чтения материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти профессора М.В. Пиккель. 2018: 159–163.
 21. Новикова В.П., Косенкова Т.В., Листопадова А.П., Павлова С.Е., Турганова Е.А., Демченкова О.А. Возможности энтеросорбции при лечении подростков с бронхиальной астмой. В сборнике: Современные проблемы подростковой медицины и репродуктивного здоровья молодежи Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. 2017: 296–306.
- and course of bronchial asthma in children]. V sbornike: aktual'nyye voprosy ozdorovleniya detey i podrostkov s pomoshch'yu statsionarzameshchayushchikh tekhnologii. Sbornik rabot, posvyashchennyy 65-letiyu Konsul'tativno-diagnosticskogo tsentra dlya detey № 2. Sankt-Peterburg; 2016: 191–203. (in Russian).
4. Panasenkov Ye.V., Kosenkova T.V., Legon'kova T.I. Vliyaniye antropogennoy nagruzki na techeniye i formirovaniye bronkhial'noy astmy u detey. [The influence of anthropogenic stress on the course and the formation of bronchial asthma in children]. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2013; 4(49): 13–9. (in Russian).
 5. Kosenkova T.V., Novikova V.P., Turganova Ye.A., Bogdanova N.M., Boytsova Ye.A., Okol'nishnikova D.A. Aeropollutanty kak markery ekologicheskoy zavisimyykh zabolevaniy (bronkhial'noy astmy) u detey. [Aeropollutants as markers of environmentally dependent diseases (bronchial asthma) in children]. V sbornike: Traditsii i innovatsii peterburgskoy pediatrii Sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii. Pod redaktsiyey A.S. Simakhodskogo, V.P. Novikovoy, T.M. Pervuninoy, I.A. Leonovoy. 2017: 173–180. (in Russian).
 6. Gurina O.P., Blinov A. Ye., Timokhina V.I., Varlamova O.N., Zaytseva G.I. Sostoyaniye immunnoy i endokrinnoy sistemy u detey promyshlennno razvitoogo regiona Leningradskoy oblasti. [The state of the immune and endocrine systems in children of the industrialized region of the Leningrad region]. *Meditsinskaya immunologiya*. 2004; T. 6(3–5): 412–413. (in Russian).
 7. Mizernitskiy YU.L., Kosenkova T.V., Marinich V.V. Sostoyaniye T-i V-kletochnogo zven'yev immuniteta i sistemy fagotsitoza u detey, bol'nykh bronkhial'noy astmoy. [The state of T-and B-cell immunity and phagocytosis in children with bronchial asthma]. *Allergologiya*. 2005; № 3: 35. (in Russian).
 8. Turganova Ye.A., Kosenkova T.V., Novikova V.P. Osobennosti spektra sensibilizatsii u detey, stradayushchikh bronkhial'noy astmoy sredney stepeni tyazhesti. [Features of the spectrum of sensitization in children suffering from moderate bronchial asthma]. *Voprosy detskoy diyetologii*. 2018; T. 16(3): 23–27. (in Russian).
 9. Kosenkova T.V., Novikova V.P., Turganova Ye.A., Boytsova Ye.A. Analiz sensibilizatsii u detey s bronkhial'noy astmoy, prozhivayushchikh v bol'shom promyshlennom gorode. [Analysis of sensitization in children with asthma living in a large industrial city]. V sbornike: Aprel'skiye chteniya materialy mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchennoy pamyati professora M.V. Pikkela. 2018: 109–115. (in Russian).
 10. Bogdanova N.M., Kosenkova T.V., Novikova V.P., Boytsova E.A., Gaile L.O., Gavrina I.A. Epigenetic factors of atopic phenotype formation in infants, born from mothers with bronchial asthma. *Archives of Disease in Childhood*. 2017; T. 102(S2): A42.

REFERENCES

1. Natsional'naya programma «Bronkhial'naya astma u detey. Strategiya lecheniya i profilaktika». [National program "Bronchial asthma in children. Treatment and Prevention Strategy"]. Chuchalin A.G., Abelevich M.M., Arkhipov V.V., Il'yenkova N.A. i dr. 4-ye izd. M., 2012: 184. (in Russian).
2. Bezuglaya E. YU., Smirnova I.V. Vozdukh gorodov i yego izmeneniya. [The air of cities and its changes]. SPb.: Asterion, 2008; 254. (in Russian).
3. Panasenkov Ye.V., Kosenkova T.V. Faktory ekologicheskogo neblagopoluchiya, vliyayushchiye na formirovaniye i techeniye bronkhial'noy astmy u detey. [The factors of environmental problems affecting the formation

11. Hackenberg S, Scherzed A, Zapp A, Radeloff K, Ginzkey C, Gehrke T, Ickrath P, Kleinsasser N. Genotoxic effects of zinc oxide nanoparticles in nasal mucosa cells are antagonized by titanium dioxide nanoparticles. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen*. 2017 Apr; 816–817: 32–37. DOI: 10.1016/j.mrgentox.2017.02.005. Epub 2017 Mar 31.
12. Lippmann M, Chen LC, Gordon T, Ito K, Thurston GD. National Particle Component Toxicity (NPACT) Initiative: integrated epidemiologic and toxicologic studies of the health effects of particulate matter components. *Res Rep Health Eff Inst*. 2013 Oct; (177): 5–13.
13. Novikova V.P., Kosenkova T.V., Turganova Ye.A., Listopadova A.P. Mikroelementnyy status podrostkov, stradayushchikh bronkhial'noy astmoy. [The trace element status of adolescents suffering from bronchial asthma]. *Voprosy detskoy diyetologii*. 2017; T. 15(1): 35–39. (in Russian).
14. Novikova V.P., Kosenkova T.V., Listopadova A.P., Turganova Ye.A., Demchenkova O.A. Mikroelementnyy status detey s bronkhial'noy astmoy, prozhivayushchikh v Sankt-Peterburge. [The trace element status of children with asthma living in St. Petersburg]. *Voprosy detskoy diyetologii*. 2017; T. 15(6): 43–48. (in Russian).
15. Dybunova Ye.L. Vliyaniye ekologicheskikh faktorov na allergicheskuyu zabolevayemost' detskogo naseleniya Rossiyskoy Federatsii. [Influence of environmental factors on the allergic morbidity of the child population of the Russian Federation]. Avtoref. dis... kand. med. nauk. M.: GU Nauchnyy tsentr zdorov'ya detey RAMN, 2008. (in Russian).
16. Lee Y.L. Effects of ambient air pollution on pulmonary function among schoolchildren. *Int. J. Hyg. Environ. Health*. 2011; № 214(5): 369–375.
17. Gigiyenicheskiye normativy GN2.1.6.2604–10. Predel'no dopustimyye kontsentratsii zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosfernom vozdukh naselennykh mest. [Maximum permissible concentrations of pollutants in the atmospheric air of populated areas]. Dopolneniye № 8 k GN2.1.6.1338–03, Perechen' i kody veshchestv, zagryaznyayushchikh atmosfernyy vozdukh. 2005 g. (in Russian).
18. Novikova V.P., Listopadova A.P., Kosenkova T.V., Pavlova S. Ye., Demchenkova O.A. Kishechnaya mikrobiota u detey s bronkhial'noy astmoy [Intestinal microbiota in children with asthma]. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2017; № 4(65): 30–34. (in Russian).
19. Novikova V.P., Kosenkova T.V., Listopadova A.P., Pavlova S. Ye., Turganova Ye.A., Demchenkova O.A. Effektivnost' preparata «Zosterin ul'tra» v korrektsii mikroekologicheskikh narusheniy u detey pri bronkhial'noy astme. [The effectiveness of the drug “Zosterin Ultra” in the correction of microecological disorders in children with bronchial asthma]. *Vserossiyskiy mezhdistsiplinarnyy meditsinskiy zhurnal «Terra medika»*. 2017; № 1–2(87–88): 47–56. (in Russian).
20. Novikova V.P., Listopadova A.P., Zamyatina YU.Ye. Nuzhny li adsorbenty pri lechenii bronkhial'noy astmy? [Do you need adsorbents in the treatment of bronchial asthma?] V sbornike: Aprel'skiye chteniya materialy mezhdunarodnykh nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchennoy pamyati professora M.V. Pikkel'. 2018: 159–163. (in Russian).
21. Novikova V.P., Kosenkova T.V., Listopadova A.P., Pavlova S. Ye., Turganova Ye.A., Demchenkova O.A. Vozmozhnosti enterosorbtsii pri lechenii podrostkov s bronkhial'noy astmoy. [Possibilities of enterosorption in the treatment of adolescents with asthma]. V sbornike: Sovremennyye problemy podrostkovoy meditsiny i reproduktivnogo zdorov'ya molodezhi Sbornik trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2017: 296–306. (in Russian).