

DOI: <https://doi.org/10.51922/1818-426X.2024.4.47>*Л. Л. Гиндюк, И. Н. Мороз*

## ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ г. МИНСКА И КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

*УО «Белорусский государственный медицинский университет»*

В данной статье проведена оценка заболеваемости бронхиальной астмой детского населения, проживающего в городских условиях, в зависимости от качества атмосферного воздуха. Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха проводилась по каждому из 10 загрязняющих веществ (диоксид азота, акролеин, бензол, ксилолы, углерода оксид, фенол, диоксид серы, твердые частицы, 1,3-бутадиен, формальдегид) и с использованием комплексных показателей – по величине комплексного показателя загрязнения «Р» и комплексного индекса загрязнения атмосферы. Полученные результаты указывают на необходимость проведения постоянного мониторинга состояния здоровья детей, проживающих на данных территориях, и качества атмосферного воздуха.

**Ключевые слова:** заболеваемость, бронхиальная астма; патогенез; детское население; качество атмосферного воздуха.

*L. L. Hindziuk, I. N. Moroz*

## THE MORBIDITY OF BRONCHIAL ASTHMA IN THE CHILDREN'S POPULATION OF MINSK AND THE QUALITY OF ATMOSPHERIC AIR

This article assesses the morbidity of bronchial asthma in children living in urban areas, depending on the quality of atmospheric air. The assessment of the degree of atmospheric air pollution was carried out for each of 10 pollutants (nitrogen dioxide, acrolein, benzene, xylenes, carbon monoxide, phenol, sulfur dioxide, particulate matter, 1,3-butadiene, formaldehyde) and using complex indicators – according to the value of the complex pollution indicator “P” and comprehensive air pollution index. The results obtained indicate the need for constant monitoring of the health status of children living in these areas, and the quality of atmospheric air.

**Key words:** the morbidity, bronchial asthma; pathogenesis; child population; the quality of atmospheric air.

В настоящее время в мире аллергические заболевания занимают третье место после заболеваний сердечно-сосудистой системы и онкологических заболеваний, а в некоторых странах выходят на первое, охватывая до 30 % взрослого и до 50 % детского населения [1]. Для структуры всей аллергопатологии характерен рост числа отдельных нозологических форм, основными причинами которого считают расширение спектра потенциально опасных аллергенов, загрязнение атмосферного воздуха

и изменение характера питания [2]. В частности, отмечается рост числа пациентов с бронхиальной астмой (далее – БА), одной из самых распространенных и тяжелых проявлений аллергического процесса, возникновение которой характерно для любого возраста. Распространенность БА чрезвычайно варьирует между странами и регионами, частота колеблется от 1 до 25,5 % во взрослой популяции и от 5 до 15 % – в детской популяции [3]. Следует учесть, что эпидемиологические исследования, касающиеся рас-

пространенности БА, не всегда соответствуют реальной распространенности астмы среди населения, в том числе и детского, т. к. эта информация, как правило, базируется на статистических данных, полученных по обращаемости пациентов в учреждения здравоохранения, и не всегда основывается на стандартизированных методах сбора и анализа данных пациентов, имеющих астмаподобные симптомы [4].

В патогенезе БА участвуют различные факторы, среди которых особую роль играют цитокины, процессы свободнорадикального окисления, перекисное окисление липидов с одновременным снижением антиоксидантного потенциала организма. Нарушение баланса антиоксидантной системы обуславливает развитие окислительного стресса, воспаления и иммунного ответа, между которыми наблюдается тесная взаимосвязь [5]. W. Yang и соавторы показали, что инициаторами и стимуляторами окислительного стресса в настоящее время могут быть не только эндогенные (митохондриальное и микросомальное окисление, мутации генов и др.), но и экзогенные факторы активации свободнорадикальных процессов – микроорганизмы, химические соединения (озон, оксиды серы, окись углерода, оксиды азота и твердые частицы и др.), находящиеся в атмосферном воздухе, а также продукты их трансформации [6].

Перекисное окисление липидов влияет на проницаемость структуры мембран легочной ткани для ионов, изменяется активность ферментов, за счет чего липидный состав клеточных мембран постоянно обновляется [7]. При повышенной активности перекисного окисления липидов, в особенности в условиях недостатка кислорода, наблюдается нарушение барьерной стенки бронхов. В результате этого свободнорадикальное повреждение легких приводит к воспалительной клеточной инфильтрации и увеличению секреции биологически активных веществ, повышению сосудистой проницаемости, что влечет за собой нарушение сбалансированности в антиоксидантной и прооксидантной системах организма

и, как следствие, развитие окислительного стресса, который изменяет баланс между экспрессией генов провоспалительных медиаторов и антиоксидантных ферментов в пользу медиаторов воспаления, а это влияет на тяжесть клинической картины БА.

По данным Liu B. и соавторов в проведенных исследованиях на мышах и обследовании пациентов с аллергическими заболеваниями было установлено, что дисбаланс продукции цитокинов лимфоцитами является следствием нарушения регуляции синтеза IgE на уровне продукции интерлейкина, что лежит в основе патогенеза аллергических заболеваний, которые в большинстве случаев относятся к IgE-зависимым процессам, следствием этого является развитие и поддержание окислительного стресса [8].

Следовательно – активные формы кислорода, перекисное окисление липидов и цитокины вызывают и поддерживают окислительный стресс, тогда как антиоксиданты обладают противовоспалительной активностью. Действие антиоксидантной системы заключается в предотвращении токсического действия активных форм кислорода, участвующих в реакциях передачи сигнала для адаптации в экстремальных условиях, которое проявляется при состояниях окислительного стресса, в то время как прооксидантная система условно объединяет системы, участвующие в постоянном образовании активных форм кислорода, обладающих высокой реакционной способностью, и окислительные процессы биологически активных соединений [9].

На дыхательную систему постоянно воздействуют факторы окружающей среды и из-за большой площади контакта легочной ткани с атмосферным воздухом, по данным Sahiner U. M. и соавторов, возможно непосредственное повреждение митохондрий ультрадисперсными частицами, которые в городской среде возникают как побочные продукты эмиссии, горения или работы двигателей автомобилей, особенно дизельных, что затрудняет работу легких при окислительном стрессе и может приводить к симптомам обострения астмы [10]. В проведенном

исследовании в 12 населенных пунктах Италии была установлена взаимосвязь между возникновением симптомов обострений астмы у детей, проживающих вдоль интенсивных городских автодорог и плотностью дорожного движения [11].

Исходя из вышеизложенного, следует признать необходимость осуществления (совершенствования) социально-гигиенического мониторинга, включая организацию наблюдений за состоянием здоровья и условиями жизнедеятельности детского населения, факторами среды обитания, изучение и выявление факторов риска возникновения и обострений БА, особенностей иммунологической реактивности, факторов антиоксидантной защиты в сочетании с улучшением контроля соблюдения мероприятий медицинской профилактики и режима лечения для снижения первичной и общей заболеваемости БА и количества обострений астмы при тесном взаимодействии между организациями здравоохранения, центрами гигиены и эпидемиологии и пациентом и его семьей.

**Цель работы** – оценка заболеваемости бронхиальной астмой детского населения, проживающего в городских условиях, в зависимости от качества атмосферного воздуха.

### Материалы и методы

Объектом исследования является детское население (0–17 лет) с бронхиальной астмой, проживающее на территориях г. Минска, обслуживаемых учреждением здравоохранения и атмосферный воздух. При проведении исследования проведена выкопировка данных о первичной и общей заболеваемости детского населения 21 учреждения здравоохранения, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторно-поликлинических условиях, источниками которых были: статистическая отчетная форма 1 – дети «Отчет о медицинской помощи детям» за 2011–2019 годы и первичная медицинская документация «История развития ребенка» (форма № 112/у). С целью углубленного анализа и исключения различий в организации медицинской помощи детскому населе-

нию была изучена первичная и общая заболеваемость БА детей, которые закреплены для медицинского обслуживания за одним учреждением здравоохранения.

Информация о максимальных максимально разовых концентрациях (далее – максимальные) и осредненных максимальных разовых концентрациях (далее – средние) загрязняющих химических веществ (диоксид азота, акролеин, бензол, ксилолы, углерода оксид, фенол, диоксид серы, твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), 1,3-бутадиен, формальдегид) в атмосферном воздухе с 6 маршрутных постов мониторинга получена на основании анализа 324 учетных форм «Характеристика загрязнения атмосферного воздуха», разработанных в лаборатории исследования атмосферного воздуха ГУ «Минский городской ЦГиЭ» за 2011–2019 годы.

Критериями выбора территорий для анализа качества атмосферного воздуха послужили: наличие антропогенных факторов, загрязняющих атмосферный воздух жилых территорий химическими веществами, а именно – производственная зона с промышленными предприятиями, базовая санитарная зона которых не превышает 50 м, наличие магистральных улиц категории М, А и Б – магистральные улицы, перекрестки и улицы местного значения (основные внутрирайонные, второстепенные жилые улицы, проезды и т. п.), контроль качества атмосферного воздуха за которыми осуществляется маршрутными постами. Исходя из критериев выбора были определены 2 территории для данного исследования: жилая зона с автотранспортом без предприятия (далее Ав) под контролем 5 точек мониторинга атмосферного воздуха и жилая зона с автотранспортом и предприятием, базовая санитарная зона которого не превышает 50 м (далее АвПр) под контролем 2 точек мониторинга атмосферного воздуха.

Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха и гигиеническая оценка состояния атмосферного воздуха с использованием комплексных показателей проводились на основании инструкции «Метод количе-

ственной оценки популяционного неканцерогенного риска здоровью населения при различной степени загрязнения атмосферного воздуха». Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха проводилась по каждому загрязняющему веществу в отдельности путем сравнения концентраций – максимальной и средней максимально-разовой концентрации за год со значением предельно допустимой концентрации (далее – ПДК). Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких загрязняющих веществ проводилась по величине комплексного показателя загрязнения «Р», который учитывает характер комбинированного действия загрязняющих веществ по типу неполной суммы. Оценка степени суммарного загрязнения атмосферного воздуха 5 веществами (диоксид азота, акролеин, углерода оксид, фенол, формальдегид), вносящими основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха, рассчитывался комплексный индекс загрязнения атмосферы (далее – КИЗА).

Статистический анализ осуществлялся с использованием параметрических и непараметрических методов исследования: метод описательной статистики, метод оценки достоверности (Chi-square test,  $\chi^2$ ,  $p$ ). Оценка многолетней тенденции динамики показателей проводилась на основе расчёта среднегодового многолетнего темпа прироста/убыли ( $СМТ_{пр/уб}$ ). Было рассчитано отношение шансов (OR,  $\pm 95\%$  ДИ), позволившее оценить вероятность развития БА в группе с фактором риска. Критическое значение уровня значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 5 % ( $p = 0,05$ ). Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием пакета прикладных программ «STATISTICA 10».

### Результаты и обсуждение

Анализ качества атмосферного воздуха показал, что с 2011 по 2019 годы увеличились средние уровни концентрации акролеина ( $СМТ_{АВ} = +28,3$ ;  $СМТ_{АВПр} = +22,6$ ), фенола ( $СМТ_{АВ} = +10,5$ ;  $СМТ_{АВПр} = +9,7$ ), диоксида серы ( $СМТ_{АВ} = +31,0$ ;  $СМТ_{АВПр} = +32,5$ ),

динамика которых характеризовалась выраженной тенденцией к росту, как на территории АВ, так на территории АВПр. Отмечалось увеличение средней концентрации диоксида азота ( $СМТ_{АВ} = +2,4$ ;  $СМТ_{АВПр} = +1,4$ ), для динамики которой характерна тенденция средней степени выраженности к росту, также независимо от территории.

На территориях АВ и АВПр динамика увеличения максимальной концентрации акролеина ( $СМТ_{АВ} = +19,8$ ;  $СМТ_{АВПр} = +11,0$ ), диоксида серы ( $СМТ_{АВ} = +16,8$ ;  $СМТ_{АВПр} = +26,4$ ), характеризовалась выраженной тенденцией к росту. Для динамики максимальной концентрации фенола ( $СМТ_{АВ} = +4,3$ ;  $СМТ_{АВПр} = +3,9$ ) характерна тенденция средней степени выраженности к росту независимо от территории. Следует отметить, что для динамики максимальной концентрации диоксида азота на территории АВ была характерна тенденция средней степени выраженности к росту ( $СМТ_{АВ} = +1,9$ ); на территории АВПр – тенденция средней степени выраженности к снижению ( $СМТ_{АВПр} = -3,0$ ).

На территориях АВ и АВПр отмечалось уменьшение средней концентрации оксида углерода ( $СМТ_{АВ} = -9,4$ ;  $СМТ_{АВПр} = -8,1$ ), ксилола ( $СМТ_{АВ} = -28,8$ ;  $СМТ_{АВПр} = -32,7$ ), динамика которых характеризовалась выраженной тенденцией к снижению. Установлены различия тенденции уменьшения средней концентрации формальдегида на территории АВ и АВПр. Динамика средней концентрации формальдегида на территории АВ характеризовалась выраженной тенденцией к снижению ( $СМТ_{АВ} = -5,8$ ), на территории АВПр – тенденцией средней степени выраженности к снижению ( $СМТ_{АВПр} = -4,9$ ).

Для динамики максимальной концентрации оксида углерода ( $СМТ_{АВ} = -14,1$ ;  $СМТ_{АВПр} = -14,8$ ), ксилола ( $СМТ_{АВ} = -27,1$ ;  $СМТ_{АВПр} = -26,7$ ), формальдегида ( $СМТ_{АВ} = -7,3$ ;  $СМТ_{АВПр} = -9,5$ ) также была характерна выраженная тенденция к снижению (таблица 1).

Анализ динамики степени загрязнения атмосферного воздуха показал, что несмотря на снижение уровня концентрации оксида углерода, ксилола, формальдегида, макси-

Таблица 1. Динамика степени загрязнения атмосферного воздуха на территориях Ав и АвПр г. Минска химическими веществами за 2011–2019 гг.

Вещество	Концентрации	Ав			АвПр		
		сравнение с ПДК	СМТ	динамика СМТ	сравнение с ПДК	СМТ	динамика СМТ
Акролеин	Средние	0,3	+28,3	выраж.	0,4	+22,6	выраж.
	Максимальные	1,2	+19,8	выраж.	1,4	+11,0	выраж.
Оксид углерода	Средние	0,5	-9,4	выраж.	0,4	-8,1	выраж.
	Максимальные	1,2	-14,1	выраж.	1,1	-14,8	выраж.
Формальдегид	Средние	1,2	-5,8	выраж.	1,1	-4,9	ср. ст.
	Максимальные	2,5	-7,3	выраж.	2,1	-9,5	выраж.
Диоксид азота	Средние	0,3	+2,4	ср. ст.	0,3	+1,4	ср. ст.
	Максимальные	0,5	+1,9	ср. ст.	0,6	-3,0	ср. ст.
Ксилолы	Средние	0,01	-28,8	выраж.	0,02	-32,7	выраж.
	Максимальные	0,1	-27,1	выраж.	0,1	-26,7	выраж.
Фенол	Средние	0,5	+10,5	выраж.	0,5	+9,7	выраж.
	Максимальные	0,96	+4,3	ср. ст.	0,9	+3,9	ср. ст.
Диоксид серы	Средние	0,02	+31,0	выраж.	0,03	+32,5	выраж.
	Максимальные	0,1	+16,8	выраж.	0,1	+26,4	выраж.
Твердые частицы	Средние	0,1	-0,6	умерен.	0,1	-1,6	ср. ст.
	Максимальные	0,3	-1,6	ср. ст.	0,3	-2,1	ср. ст.
Бутадиен	Средние	0,02	-1,4	ср. ст.	0,02	+2,1	ср. ст.
	Максимальные	0,1	-9	выраж.	0,05	-6,4	выраж.

максимальные концентрации каждого химического вещества превышали средние концентрации, что может стать причиной появления одышки, кашля, затруднения дыхания, стеснения в груди и других симптомов, характеризующих нарушение состояния здоровья детей. Установлено, что максимальные концентрации ксилола значительно превышали (в 8,8 раза) его средние концентрации на территории Ав, в 7 раз – на территории АвПр, максимальные концентрации оксида углерода превышали средние в 2,2 раза (территория Ав) и 2,1 раза (территория АвПр), максимальные концентрации формальдегида были выше его средних концентраций в 2 раза на двух территориях.

Максимальные и средние концентрации формальдегида выше ПДК как на территории Ав, так и на территории АвПр. На территории Ав средняя и максимальная концентрация формальдегида превышала ПДК в 1,2 раза и 2,5 раза, на территории АвПр – в 1,1 раза и 2,1 раза соответственно. Следует также отметить, что максимальные и средние концентрации оксида углерода выше ПДК. Максимальная концентрация акролеина выше ПДК в 1,2 раза на территории Ав и в 1,4 раза

на территории АвПр, что может приводить к появлению или обострению респираторных симптомов.

Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких загрязняющих веществ, учитывающих характер комбинированного действия загрязняющих веществ по типу неполной суммации, показала снижение средних и максимальных значений комплексного показателя «Р» на территориях Ав и АвПр (таблица 2).

С 2011 по 2019 годы на территории Ав значение комплексного показателя «Р» (средние концентрации) снизилось с 1,21 до 1,06. Среднегодовой многолетний темп убыли комплексного показателя «Р» составил -1,6 %, что характерно для динамики средней степени выраженности. Максимальное значение комплексного показателя «Р» снизилось с 2,47 до 2,43, динамика которого характеризуется тенденцией умеренной степени выраженности к убыли ( $СМТ_{Ав} = -0,2$ ).

За анализируемый период на территории АвПр значение комплексного показателя «Р» (средние концентрации) снизилось с 1,07 до 1,02, максимальное значение

Таблица 2. Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха на территориях Ав и АвПр г. Минска по величине комплексного показателя «Р» за 2011–2019 гг.

Годы	Комплексный показатель «Р»			
	Ав		АвПр	
	средние	максимальные	средние	максимальные
2011	1,21	2,47	1,07	2,63
2012	0,99	2,44	1,01	2,15
2013	1,23	2,63	1,16	2,19
2014	1,47	2,43	1,26	2,34
2015	1,93	4,07	1,69	3,23
2016	1,16	2,15	1,10	2,07
2017	0,99	2,34	0,99	2,54
2018	1,22	2,79	1,16	2,57
2019	1,06	2,43	1,02	2,53
СМТ	-1,6	-0,2	-0,7	-0,5
Оценка СМТ	ср. ст.	умерен.	умерен.	умерен.

комплексного показателя «Р» также уменьшилось с 2,63 до 2,53. Динамика комплексного показателя «Р» (средние и максимальные концентрации) характеризовалась тенденцией умеренной степени выраженности к убыли ( $СМТ_{ср} = -0,7\%$ ;  $СМТ_{max} = -0,5\%$ ).

Статистически значимых различий комплексного показателя «Р» (средние и максимальные концентрации) на территориях Ав и АвПр ( $t = 0,09$ ,  $p_{ср} = 0,92$ ;  $t = 0,46$ ,  $p_{max} = 0,64$ ) не установлено. Средние уровни комплексного показателя «Р» (средние и максимальные концентрации) на территории Ав составляют 1,25 (95 % ДИ 1,02–1,47) и 2,64 (95 % ДИ 2,2–3,1), на территории АвПр – 1,16 (95 % ДИ 0,99–1,32) и 2,47 (95 % ДИ 2,20–2,74).

Качество атмосферного воздуха, основанное на оценке степени суммарного загрязнения атмосферного воздуха 5 основными веществами (диоксид азота, акролеин, углерода оксид, фенол, формальдегид), варьировало в разные годы, и характеризовалось как слабая и допустимая степень загрязнения атмосферного воздуха на территории Ав и АвПр. При оценке степени суммарного загрязнения атмосферного воздуха установлено, что на территории Ав и АвПр отмечается снижение средних и максимальных значений КИЗА (таблица 3).

Таблица 3. Оценка степени суммарного загрязнения атмосферного воздуха на территориях Ав и АвПр г. Минска по КИЗА за 2011–2019 гг.

Годы	КИЗА			
	Ав		АвПр	
	средние	максимальные	средние	максимальные
2011	1,35	3,51	1,19	3,82
2012	1,08	3,53	1,00	2,63
2013	1,34	3,72	1,27	3,02
2014	1,51	3,06	1,21	2,75
2015	1,98	5,38	1,67	4,09
2016	1,26	2,97	1,18	2,86
2017	1,05	2,89	1,06	3,28
2018	1,48	4,12	1,41	3,81
2019	1,21	3,28	1,15	3,21
СМТ	-1,4	-0,8	-0,4	-2,2
Оценка СМТ	ср. ст.	умерен.	умерен.	ср. ст.

С 2011 по 2019 годы значение КИЗА (средние концентрации) снизился на 10,4 % на территории Ав (с 1,35 до 1,21), на территории АвПр – на 3,4 % (с 1,19 до 1,15), уровни которых соответствуют допустимой степени загрязнения атмосферного воздуха. Установлены различия тенденции убыли значения КИЗА на территории Ав и АвПр. Среднегодовой многолетний темп убыли КИЗА на территории Ав составил  $-1,4\%$  ( $СМТ_{Ав} = -1,4\%$ ), что характерно для тенденции динамики средней степени выраженности. На территории АвПр среднегодовой многолетний темп убыли КИЗА составил  $-0,5\%$ , что характерно для тенденции динамики умеренной степени выраженности ( $СМТ_{АвПр} = -0,5\%$ ).

Максимальное значение КИЗА снизилось на территории Ав на 6,6 % – с 3,51 до 3,28, динамика которого характеризуется тенденцией умеренной степени выраженности к убыли ( $СМТ_{Ав} = -0,8\%$ ). Максимальное значение КИЗА также уменьшилось на 16 % на территории АвПр с 3,82 до 3,21, динамика которого характеризуется тенденцией средней степени выраженности к убыли ( $СМТ_{АвПр} = -2,2\%$ ).

Анализ максимальных значений КИЗА с 2011 по 2019 годы показал, что степень загрязнения атмосферного воздуха была различна на территории Ав и АвПр. Наимень-

Таблица 4. Первичная и общая заболеваемость БА детского населения за 2011–2019 гг.

Заболеваемость (на 100 000 детского населения), Р	Годы									СМТ
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Первичная заболеваемость	346,6	365,7	285	134	213,4	107,4	136,8	175,6	103,7	-14
Общая заболеваемость	2109,5	2129,9	2208,8	2199,7	2119,5	2105,9	1930,3	1997,1	1852,4	-1,6

шее значение КИЗА<sub>max</sub> отмечалось на территории Ав в 2017 году и на территории АвПр в 2012 году и соответственно составляли 2,89 и 2,63. Наибольшее значение КИЗА<sub>max</sub> отмечалось на территории Ав в 2015 году (КИЗА<sub>max</sub> = 5,38), уровень которого соответствовал слабой степени загрязнения атмосферного воздуха.

Статистически значимых различий КИЗА (средние и максимальные концентрации) на территориях Ав и АвПр ( $t = 1,08$ ,  $p_{cp} = 0,29$ ;  $t = 1,07$ ,  $p_{max} = 0,3$ ) не установлено. Средние уровни КИЗА (средние и максимальные концентрации) на территории Ав составляют 1,36 (95 % ДИ 1,15–1,58) и 3,6 (95 % ДИ 3,01–4,19), на территории АвПр – 1,24 (95 % ДИ 1,08–1,39) и 3,27 (95 % ДИ 2,87–3,67).

Таким образом, за анализируемый период значения комплексного показателя «Р» и КИЗА, характеризующие степень загрязнения атмосферного воздуха на территории Ав и АвПр соответствуют допустимой и слабой степени загрязнения атмосферного воздуха и характеризуются низкой приоритетностью действий, которые не требуют принятия дополнительных мер в рамках существующей системы управления риском, оценка которых основана на методе количественной оценки популяционного неканцерогенного риска здоровью населения при различной степени загрязнения атмосферного воздуха. Вместе с тем на территории Ав и АвПр отмечается выраженная тенденция роста средней и максимальной концентраций акролеина, диоксида серы, выраженная тенденция роста средней концентрации фенола, что, в целом, оказывает влияние на качество атмосферного воздуха, увеличивая вероятность воздействия фактора риска развития заболевания, и фор-

мируя уровни первичной и общей заболеваемости БА детского населения.

С 2011 по 2019 гг. первичная заболеваемость БА детского населения, закрепленного для обслуживания одним учреждением здравоохранения, снизилась на 29,9 % с 346,6 до 103,7 сл. на 100 000 детского населения, динамика которой характеризовалась выраженной тенденцией к снижению ( $СМТ_{y6} = -14$  %) (таблица 4). Снижение первичной заболеваемости БА детского населения, по-видимому, в значительной степени обусловлено изменением качества атмосферного воздуха, уровень которого соответствует допустимой и слабой степени его загрязнения. Общая заболеваемость снизилась на 12,2 % с 2109,5 до 1852,4 сл. на 100 000 детского населения, динамика которой характеризовалась тенденцией средней степени выраженности к снижению ( $СМТ_{y6\text{АвПр}} = -1,6$  %). Снижение общей заболеваемости БА обусловлено уменьшением уровня первичной заболеваемости и изменением возраста детей (перехода пациентов из возрастной группы 17 лет в 18 лет).

Учитывая общие закономерности изменения качества атмосферного воздуха и заболеваемости БА детей при оказании медицинской помощи в амбулаторно-поликлинических условиях одним учреждением здравоохранения, определенного на основании метода однонаправленного отбора, была проведена оценка состава пациентов с БА от наиболее значимых факторов ее развития (пол, возраст, наследственная предрасположенность, удаленность от магистральных улиц, перекрестков и улиц местного значения) и анализ первичной и общей заболеваемости БА детского населения, проживающих на территориях Ав и АвПр.

Таблица 5. Характеристика пациентов с БА, проживающих на территориях Ав и АвПр, %

Параметры		территория		Всего (n = 224)	Статистическая значимость различия (Chi-square test, $\chi^2$ , p)
		Ав	АвПр		
Проживание пациентов с БА	Вблизи магистральных улиц, перекрестков и улиц местного значения	80,0 % (51,6 %)*	65,1 % (42,6 %)*	71,4 % (44,6 %)*	$\chi^2 = 5,93$ , $p = 0,014$
	Удаленно (жилая застройка)	20,0 %	34,9 %	28,6 %	
Пол	мальчики	73,7 %	63,9 %	68,3 %	$\chi^2 = 2,2$ , $p_1 = 0,14$
	девочки	26,3 %	34,1 %	31,7 %	
Возрастные группы	1–4 года	3,2 %	3,1 %	3,1 %	$\chi^2 = 4,9$ , $p_2 = 0,17$
	5–9 лет	17,9 %	29,5 %	24,6 %	
	10–14 лет	51,5 %	48,8 %	50,0 %	
	15–17 лет	27,4 %	18,6 %	22,3 %	
Наследственность	Есть БА**	15,5 %	17,1 %	16,4 %	$\chi^2 = 0,06$ , $p_3 = 0,8$
	Нет БА	84,5 %	82,9 %	83,6 %	

Примечание:  $p$  – статистическая значимость различия удельного веса пациентов с БА по проживанию вблизи или в удалении от магистральных улиц, перекрестков, улиц местного значения на территории Ав и АвПр;  $p_1$  – статистическая значимость различия удельного веса пациентов с БА на территории Ав и АвПр в зависимости от пола;  $p_2$  – статистическая значимость различия удельного веса пациентов с БА на территории Ав и АвПр в зависимости от возраста;  $p_3$  – статистическая значимость различия удельного веса пациентов с БА на территории Ав и АвПр в зависимости от наследственной предрасположенности. \* – удельный вес пациентов с БА, проживающих непосредственно вблизи магистральных улиц; \*\* – БА в анамнезе (отец, мать, бабушка, прабабушка, двоюродная бабушка, дядя, тетя, БА под вопросом).

Установлено, что большинство пациентов с БА (71,4 %), проживающих на территории Ав и АвПр, сконцентрированы вблизи магистральных улиц, перекрестков, улиц местного значения, в том числе 46,4 % детей – непосредственно вблизи магистральных улиц. Удельный вес пациентов с БА, проживающих вблизи магистральных улиц и улиц местного значения на территории Ав был статически значимо выше (Chi-square test:  $\chi^2 = 5,93$ ,  $p = 0,014$ ), чем удельный вес пациентов с БА на территории АвПр (65,1 %) и соответственно составил 80,0 % (таблица 5). На территории АвПр преобладал удельный вес пациентов с БА, проживающих на территории в удалении от магистральных улиц и улиц местного значения, не расчлененной улицами, в структуре которой размещается жилая застройка, и составляет 34,9 %. Отмечено, что 65,1 % пациентов, проживающих на территории воздействия промышленного предприятия (радиус 2 км) и автотранспорта сконцентрированы вдоль магистральных улиц, что в определенной степени влияет на формирование уровня первичной заболеваемости БА детского населения

территории АвПр, находящихся под влиянием 2 факторов (рисунок 1).

Результаты исследования, показали, что среди пациентов с БА преобладают мальчики (удельный вес которых составил 68,3 %), независимо от территории проживания Ав и АвПр (Chi-square test:  $\chi^2 = 2,2$ ,  $p = 0,14$ ). Удельный вес мальчиков с БА, проживающих на территории АвПр, достигал 63,9 %, на территории Ав – 73,7 % соответственно.

Анализ пациентов с БА в зависимости от возраста показал, что удельный вес детей в возрасте от 1 до 4 лет составил 3,1 %, в возрасте 5–9 лет – 24,6 %, в возрасте 10–14 лет – 50,0 %, в возрасте 15–17 лет – 22,3 %. Среди пациентов с БА преобладали дети в возрасте 10–14 лет независимо от территории проживания Ав или АвПр (Chi-square test:  $\chi^2 = 4,9$ ,  $p = 0,17$ ), удельный вес которых соответственно составил 51,5 % и 48,8 %.

По данным «Истории развития ребенка» (форма № 112/у) наследственная предрасположенность в анамнезе отмечена у 16,4 % пациентов с БА на двух территориях, в т. ч. на территории Ав – у 15,5 % пациентов,



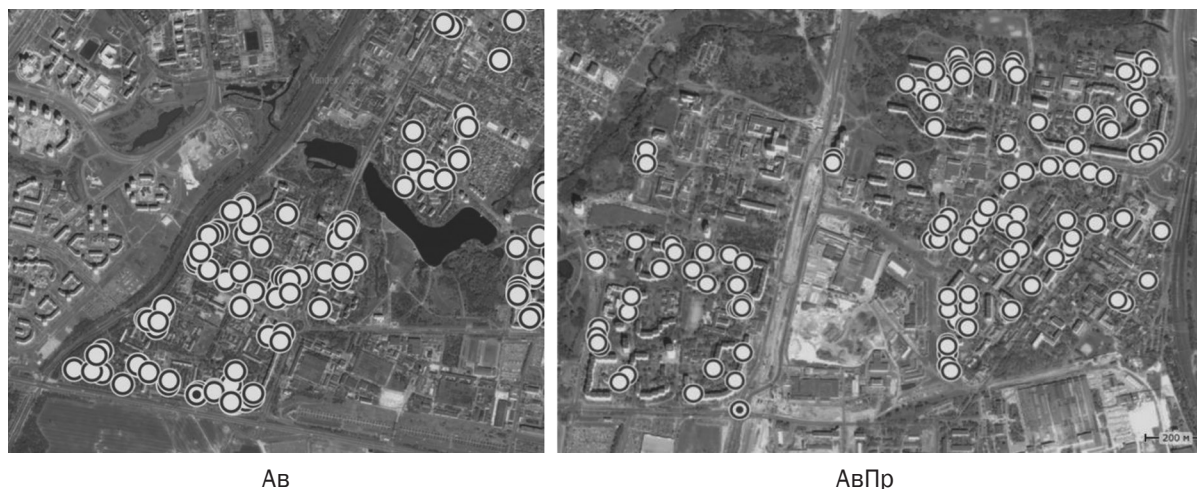


Рисунок 1. Схема проживания пациентов с БА вблизи или в удалении от магистральных улиц, перекрестков, улиц местного значения на территории Ав и АвПр

на территории АвПр – у 17,1 %. Статистически значимых различий удельного веса пациентов с БА с наследственной предрасположенностью в зависимости от территории проживания Ав и АвПр не установлено (Chi-square test:  $\chi^2 = 0,06$ ,  $p = 0,8$ ).

Первичная и общая заболеваемость БА детей, проживающих на территории АвПр, составила 134,5 сл. и 1928,5 сл. на 100 000 детского населения, что в 1,38 и 1,53 раза соответственно выше, чем на территории Ав (88,1 сл. и 1395,6 сл. на 100 000 детского населения). Анализ показал, что первичная и общая заболеваемость БА детского населения статистически значимо выше ( $p < 0,05$ ) на территории АвПр, чем на территории Ав. Следует отметить, что в группе детей с БА проживание на территории АвПр (влияние 2 факторов) встречается в 1,4 раза чаще (OR = 1,4,  $\pm 95\%$  ДИ 1,1–1,8), чем на территории Ав (влияние одного фактора). Проведенный анализ показал необходимость осуществления постоянного мониторинга состояния здоровья детей, проживающих на данных территориях в зависимости от пола, возрастных групп и удаленности от магистральных улиц, перекрестков, улиц местного значения.

Сложившаяся ситуация требует не только углубленного мониторинга качества атмосферного воздуха г. Минска и создаваемой им антропогенной нагрузки, но и состояния здоровья детского населения с бронхиальной астмой, что позволит устанавливать причинно-следственные связи в системе

«здоровье детского населения – среда обитания» (учитывая следующие факторы – пол, возрастные группы, проживание вблизи магистральных улиц категории М, А и Б), необходимые для обоснования совершенствования организации медицинской помощи.

За анализируемый период отмечается изменение качества атмосферного воздуха, которое характеризуется снижением комплексного показателя «Р» и КИЗА, их значения соответствуют слабому и допустимому уровню загрязнения атмосферного воздуха на территориях Ав и АвПр. Отмечается снижение первичной и общей заболеваемости БА на 29,9 % (СМТуб = -14 %) и на 12,2 % (СМТуб<sub>АвПр</sub> = -1,6 %).

Установлено, что большинство пациентов с БА (71,4 %) проживает вблизи магистральных улиц, перекрестков, улиц местного значения, в т. ч. 80 % – на территории Ав и 65,1 % – на территории АвПр. Почти половина детей с БА (46,4 %) проживает вблизи магистральных улиц, в том числе 51,6 % – на территории Ав и 42,6 % – на территории АвПр, что, в определенной степени, влияет на формирование уровня первичной заболеваемости БА детского населения, особенно детей территории АвПр, находящихся под влиянием 2 факторов. Среди пациентов с БА независимо от территории проживания преобладали мальчики (Ав – 73,7 %, АвПр – 63,9 %), дети в возрастной группе 10–14 лет (Ав – 51,5 %, АвПр – 48,8 %).

Первичная и общая заболеваемость БА детей, проживающих на территории АвПр, была в 1,38 и 1,53 раза соответственно выше, чем на территории Ав ( $p < 0,05$ ). В группе детей с БА проживание на территории АвПр встречается в 1,4 раз чаще ( $OR = 1,4 \pm 95\% \text{ ДИ } 1,1-1,8$ ), чем на территории Ав, что необходимо учитывать при оказании медицинской помощи детскому населению.

### Литература

1. *Platts-Mills, T. A.* The allergy epidemics: 1870–2010 / T. A. Platts-Mills // *J. Allergy Clin. Immunol.* – 2015. – Vol. 136. – P. 3–13. – doi: 10.1016/j.jaci.2015.03.048.
2. *Fluctuations in air pollution give risk warning signals of asthma hospitalization / N.-H. Hsieh [et al.]* // *Journal of Atmospheric Environment.* – 2013. – Vol. 75. – P. 206–216. – doi: 10.21037/atm-22-6265.
3. *Распространенность астмаподобных симптомов и диагностированной астмы в популяции подростков / Л. С. Намазова-Баранова [и др.]* // *Педиатрическая фармакология.* – 2009. – Т. 6, № 3. – С. 59–65.
4. *Гиндюк, Л. Л., Мороз И. Н.* Организация социально-гигиенического мониторинга бронхиальной астмы детского населения в Республике Беларусь // *Вопросы организации и информатизации здравоохранения.* – 2021. – № 2 (107). – С. 56–62.
5. *Колесникова, Л. И., Даренская М. А., Колесников С. И.* Свободнорадикальное окисление: взгляд патофизиолога // *Бюллетень сибирской медицины.* – 2017. – № 16 (4). – С. 16–29. – doi: 10.20538/1682-0363-2017-4-16-29.
6. *Yang, W.* Air pollutants, oxidative stress and human health / W. Yang, A. N. Omaye S. T. // *Journal of Mutation Research – Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis (MRGTEM).* – 2009. – Vol. 674. – P. 45–54. – doi: 10.1016/j.mrgentox.2008.10.005.
7. *Процессы липопероксидации при различных патологических состояниях и возможности их коррекции / Е. В. Лоскутова [и др.]* // *Вятский медицинский вестник.* – 2019. – № 4 (64). – С. 92–96. – doi: 10.24411/2220-7880-2019-10044.
8. *Collaborative interactions between type 2 innate lymphoid cells and antigen-specific CD4+ Th2 cells exacerbate murine allergic airway diseases with prominent eosinophilia / B. Liu [et al.]* // *J. Immunol.* – 2015. – Vol. 194 (8). – P. 3583–3593. – doi:10.4049/jimmunol.1400951.
9. *Oxidative Stress in Asthma / U. M. Sahiner [et al.]* // *World Allergy Organization Journal.* – 2011. – Vol. 4. – P. 151–158. – doi: 10.1097/WOX.0b013e318232389e.
10. *Barlow, J. L.* Type-2 innate lymphoid cells in human allergic disease / J. L. Barlow, A. N. McKenzie // *Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol.* – 2014. – Vol. 14. – P. 397–403. – doi: 10.1097/ACI.000000000000090.

11. *Respiratory symptoms in children living near busy roads and their relationship to vehicular traffic: results of an Italian multicenter study (SIDRIA 2) / E. Migliore [et al.]* // *Journal of Environmental Health.* – 2009. – Vol. 27. – doi: 10.1186/1476-069X-8-27.

### References

1. *Platts-Mills, T. A.* The allergy epidemics: 1870–2010 / T. A. Platts-Mills // *J. Allergy Clin. Immunol.* – 2015. – Vol. 136. – P. 3–13. – doi: 10.1016/j.jaci.2015.03.048.
2. *Fluctuations in air pollution give risk warning signals of asthma hospitalization / N.-H. Hsieh [et al.]* // *Journal of Atmospheric Environment.* – 2013. – Vol. 75. – P. 206–216. – doi: 10.21037/atm-22-6265.
3. *Rasprostranennost' astmapodobnyh simptomov i diagnostirovannoj astmy v populjacii podrostkov / L. S. Namazova-Baranova, L. M. Ogorodova, A. Ju. Tomilova [et al.]* // *Pediatricheskaja farmakologija.* – 2009. – Т. 6, № 3. – С. 59–65.
4. *Hindziuk, L. L., Moroz, I. N.* Organizacija social'no-gigienicheskogo monitoringa bronhial'noj astmy detskogo naselenija v Respublike Belarus' // *Voprosy organizacii i informatizacii zdavoohranenija.* – 2021. – № 2 (107). – С. 56–62.
5. *Kolesnikova, L. I., Darenkaja M. A., Kolesnikov S. I.* Svobodnoradikal'noe okislenie: vzgljad patofiziologa // *Bjulleten' sibirskoj mediciny.* – 2017. – № 16 (4). – С. 16–29. – doi: 10.20538/1682-0363-2017-4-16-29.
6. *Yang, W.* Air pollutants, oxidative stress and human health / W. Yang, A. N. Omaye S. T. // *Journal of Mutation Research – Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis (MRGTEM).* – 2009. – Vol. 674. – P. 45–54. – doi: 10.1016/j.mrgentox.2008.10.005.
7. *Processy lipoperoksidacii pri razlichnyh patologicheskikh sostojanijah i vozmozhnosti ih korrekcii / E. V. Loskutova [et al.]* // *Vjatskij medicinskij vestnik.* – 2019. – № 4 (64). – С. 92–96. – doi: 10.24411/2220-7880-2019-10044.
8. *Collaborative interactions between type 2 innate lymphoid cells and antigen-specific CD4+ Th2 cells exacerbate murine allergic airway diseases with prominent eosinophilia / B. Liu [et al.]* // *J. Immunol.* – 2015. – Vol. 194 (8). – P. 3583–3593. – doi: 10.4049/jimmunol.1400951.
9. *Oxidative Stress in Asthma / U. M. Sahiner [et al.]* // *World Allergy Organization Journal.* – 2011. – Vol. 4. – P. 151–158. – doi: 10.1097/WOX.0b013e318232389e.
10. *Barlow, J. L.* Type-2 innate lymphoid cells in human allergic disease / J. L. Barlow, A. N. McKenzie // *Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol.* – 2014. – Vol. 14. – P. 397–403. – doi: 10.1097/ACI.000000000000090.
11. *Respiratory symptoms in children living near busy roads and their relationship to vehicular traffic: results of an Italian multicenter study (SIDRIA 2) / E. Migliore [et al.]* // *Journal of Environmental Health.* – 2009. – Vol. 27. – doi: 10.1186/1476-069X-8-27.

Поступила 04.04.2024 г.