

УДК 616.1-06-079-08:616.432.001.12 (574)

Р. А. Тьесова-Бердалина, к.м.н., *М. А. Баймуратова*, к.м.н.,
А. С. Абиров

Алматинский государственный институт повышения квалификации врачей
г. Алматы

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РИСКА, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЛИЦ ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА, ПРОЖИВАЮЩИХ В АЛМАТЫ

АННОТАЦИЯ

Экологический фактор, как причина ускоренного старения человека, на сегодняшний день изучен недостаточно. Люди пожилого возраста, а особенно активно работающее население от 45-63 лет, относящееся к "группе риска", являются наиболее чувствительным контингентом, и загрязнение окружающей среды негативно отражается на их здоровье. Наибольшую опасность для здоровья населения представляют фракции пылевых частиц малого размера - PM_{10} , которые являются конгломератом всех химических веществ, загрязняющих атмосферу. Наиболее достоверная и качественная оценка экологической опасности для здоровья населения основана на расчёте коэффициента опасности - $HQ-PM_{10}$; расчете коэффициентов опасности HQ тяжелых металлов (свинца, кадмия и цинка) и определения реальной нагрузки химических веществ на человека, поступающих разными путями.

Ключевые слова: экологические факторы, тяжелые металлы группа риска.

Люди пожилого возраста, а особенно активно работающие (45-63 лет), относящиеся к "группе риска", являются наиболее чувствительным контингентом, поэтому загрязнение окружающей среды негативно отражается на их здоровье. Вместе с тем экологический фактор как причина ускоренного старения человека, на сегодняшний день не изучен [1-9]. По данным экспертов ВОЗ, необходимо ориентироваться на "группы риска" и приоритетные загрязнители атмосферного воздуха. При этом рекомендуются респираторные частицы и тяжелые металлы. В ходе исследований изучены взвешенные частицы PM_{10} и основные тяжелые металлы (свинец, кадмий, цинк), являющиеся, по последним данным ВОЗ, наиболее приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха, которые РПГ "Казгидромет" г. Алматы не анализирует. Изучено влияние загрязнения воздушного бассейна Алматы на здоровье активно работающего населения в опытном районе "Тастак" в сравнении с контрольным районом - пос. Кегень Раимбекского района Алматинской области. В опытном и контрольном районах был произведен

отбор проб атмосферного воздуха. В пос. Кегень нет крупных источников загрязнения воздуха. Ввиду низкого загрязнения воздушного бассейна поселка через фильтры АФА с применением электрических аспираторов Мигунова было пропущено $12,8 \text{ м}^3$ воздуха с различным временем отбора проб до потемнения фильтров, при учете максимальной чувствительности атомно-абсорбционного спектрофотометра. Пробы были отобраны для изучения содержания респираторной фракции PM_{10} и тяжелых металлов [10]. На базе кафедры коммунальной гигиены и гигиены детей и подростков проведено кислотное разложение фильтров, полученных в ходе отбора проб атмосферного воздуха для дальнейшего анализа фильтрата на содержание тяжелых металлов (свинца, кадмия, никеля, кобальта, цинка и меди). Полученные в ходе кислотного разложения пробы проанализированы на спектрофотометре ААС-1N.

Полученные результаты многолетних наблюдений за состоянием воздушного бассейна г. Алматы (табл. 1) свидетельствуют о том, что в последние годы воздух на всей территории крупного мегаполиса интенсивно загрязнен

Таблица 1

Максимальные концентрации различных фракций пылевых частиц в атмосферном воздухе г. Алматы за 2000-2012 гг.

Год наблюдения	Концентрация всех фракций пылевых частиц по г. Алматы в опытной и "условно чистой - контрольной" зонах, мг/м ³	Концентрация пылевой фракции PM ₁₀ по г. Алматы в опытной и "условно чистой - контрольной" зонах, мг/м ³
2000	0,12* – 0,20	0,07* – 0,12
2001	0,14* – 0,19	0,08* – 0,11
2002	0,09* – 0,26	0,05* – 0,14
2003	0,10* – 0,30	0,06* – 0,17
2004	0,08* – 0,29	0,04* – 0,16
2005	0,16* – 0,28	0,09* – 0,15
2006	0,23* – 0,39	0,13* – 0,22
2007	0,24* – 0,35	0,14* – 0,19
2008	0,18* – 0,38	0,09* – 0,21
2009	0,28* – 0,36	0,15* – 0,19
2010	0,24* – 0,38	0,14* – 0,21
2011	0,25* – 0,35	0,14* – 0,19
2012	0,16* – 0,39	0,09* – 0,22
Норматив, мг/м ³	0,15	0,05

Примечание: * Установлены статистически достоверные различия опытного и контрольного районов.

респираторными пылевыми частицами, концентрация которых значительно превышает предельно допустимую. Концентрация всех фракций пылевых частиц в атмосферном воздухе контрольного пос. Кегень (табл. 2) оказалась значительно ниже и составила всего 0,14-0,46 ПДК.

Наибольшую опасность для здоровья населения представляют фракции пылевых частиц малого размера PM₁₀, которые являются конгломератом всех химических веществ, загрязняющих атмосферу. В Казахстане до настоящего времени не разработана приемлемая для санитарного надзора методика количественного определения мелкодисперсных фракций взвешенных частиц в атмосферном воздухе. Вследствие этого авторами применялись расчетные методы. Как видно (табл. 3), воздушный бассейн в опытной и "условно чистой - контрольной" зонах г. Алматы загрязнен фракцией взвешенных частиц PM₁₀, существенно превышающей установленные нормативы. Атмосферный воздух в контрольном пос. Кегень загрязнен значительно меньше. Причем концентрации PM₁₀ не превышают гигиенических нормативов, в РК в Санитарном законодательстве по охране воздушного бассейна отсутствуют регламенты респираторных взвешенных частиц PM₁₀, вследствие чего они взяты из НД Российской Федерации.

С целью оценки экологической опасности для здоровья населения применялась методология риска, разработанная Агентством по охране окружающей среды США (USEPA) [2]. Характеристика риска развития токсических эффектов чаще всего проводится на основе расчёта

Таблица 2

Концентрация всех фракций пылевых частиц в атмосферном воздухе контрольного пос. Кегень

Наименование примеси	Кегень, мг/м ³	Значение ПДК, мг/м ³		Доля ПДК
		средне-суточная	максимально разовая	
Пылевые частицы	0,07±0,003	0,15	0,5	0,14-0,46

Таблица 3

Концентрация респираторных частиц PM₁₀ в атмосферном воздухе контрольного пос. Кегень

Наименование примеси	Кегень, мг/м ³	Значение ПДК, мг/м ³		Доля ПДК
		средне-суточная	максимально разовая	
Пылевые частицы	0,07±0,003	0,15	0,5	0,14-0,46

коэффициента опасности - HQ:

$$HQ = C_{\text{факт}} / RfC,$$

где С - фактическая концентрация вещества в воздухе;

RfC - референтная концентрация, составляющая 0,05 мг/м³.

Референтные концентрации в РК и в странах СНГ не определяются, поэтому были привлечены материалы USEPA [2], они ниже ПДК и считаются абсолютно безопасными, но разрабо-

таны не для всех химических веществ, поэтому в случаях их отсутствия использованы установленные предельно допустимые концентрации.

При HQ, равном или меньшем 1,0, риск вредных эффектов рассматривается как предельно малый, с увеличением HQ вероятность развития вредных эффектов возрастает. Только HQ, значительно превышающий 1,0, рассматривается как свидетельство потенциального риска для здоровья. Чем больше HQ превышает единицу, тем выше степень риска для здоровья населения.

Результаты расчёта коэффициента опасности HQ в опытном районе (г. Алматы) величины коэффициента опасности значительно превышают единицу, а в пос. Кегень составляют всего 0,6 от единицы. Как видно из табл. 4 и 5 коэффициент опасности HQ пылевой фракции PM₁₀ в пос. Кегень менее 1,0, что является показателем отсутствия экологического риска пылевой фракции PM₁₀ для здоровья его жителей, тогда как в г. Алматы критерии риска более чем в 4 раза превышают допустимые нормы не только в опытном районе, но и в контрольном районе почти в 100 % всех наблюдений.

Кафедра коммунальной гигиены КазНМУ им. С.Д.Асфендиярова начиная с 1994 г. занимается исследованиями тяжелых металлов как опасных компонентов загрязнения воздуха ввиду того, что РГП "Казгидромет" не определяет их в атмосфере г. Алматы (табл. 6).

Воздух г. Алматы интенсивно загрязняется свинцом уже не одно десятилетие. Установлены повышенные концентрации цинка, превышающие гигиенические нормативы, в ряде случаев незначительно. В пос. Кегень концентрации тяжелых металлов в воздухе были значительно ниже и не превышали гигиенические регламенты за исключением свинца, средняя концентрация которого была несколько выше ПДК этого металла.

Результаты расчетов коэффициентов опасности HQ тяжелых металлов с целью оценки риска для здоровья населения изучаемых территорий представлены в табл. 7. HQ металлов, для которых референтные концентрации отсутствуют, рассчитывался с использованием предельно допустимых концентраций. Установлено, что риск для здоровья населения пос. Кегень является минимальным, так как даже

превышение ПДК свинца в воздухе контрольного поселка сведено к минимуму за счет значительно более высокой референтной концентрации свинца по сравнению с его ПДК (0,0003 и 0,0005 мг/м³).

Исходя из вышеизложенного, нами установлено существенное различие по степени экологичес-

Таблица 4

Риск для здоровья населения г. Алматы пылевой фракции PM₁₀ в воздухе за 2000-2012 гг.

Год наблюдения	Концентрация пылевой фракции PM ₁₀ , мг/м ³		Коэффициент опасности HQ пылевой фракции PM ₁₀	
	опытный район (г. Алматы)	контрольный район "условно чистая зона г. Алматы"	опытный район (г. Алматы)	контрольный район "условно чистая зона г. Алматы"
2000	0,12	0,07	2,4	1,4
2001	0,11	0,08	2,2	1,6
2002	0,14	0,05	2,8	1,0
2003	0,17	0,06	3,4	1,2
2004	0,16	0,04	3,2	0,8
2005	0,15	0,09	3,0	1,8
2006	0,22	0,13	4,4	2,6
2007	0,19	0,14	3,8	2,8
2008	0,21	0,09	4,2	1,8
2009	0,19	0,15	3,8	3,0
2010	0,21	0,14	4,2	2,8
2011	0,19	0,14	3,8	2,8
2012	0,22	0,09*	4,4	1,8
Регламенты	0,05 мг/м ³		1,0	

Таблица 5

Оценка риска для населения пылевой фракции PM₁₀ в атмосферном воздухе пос. Кегень

Год наблюдения	Концентрация пылевой фракции PM ₁₀ , мг/м ³	Коэффициент опасности HQ пылевой фракции PM ₁₀
2012	0,03	0,6
Регламенты	0,05	1,0

Таблица 6

Концентрация тяжелых металлов в атмосферном воздухе опытного района (г. Алматы) и контрольного (пос. Кегень), мг/м³

Металл	ПДК, мг/м ³	г. Алматы	пос. Кегень	P
Свинец	0,0003	0,0021±0,0003	0,00052±0,00008	<0,05
Кадмий	0,0003	0,00025±0,00004	0,000065±0,000003	<0,05
Цинк	0,05	0,058±0,0015	0,0115±0,0005	<0,05

Таблица 7

Оценка риска для населения тяжелых металлов в атмосферном воздухе г. Алматы и пос. Кегень

Металл	Коэффициент опасности HQ тяжелых металлов		
	г. Алматы	пос. Кегень	P
Свинец	4,2	1,04	<0,05
Кадмий	0,5	0,14	<0,05
Цинк	1,2	0,22	<0,05
Регламент	1,0		

кого неблагоприятия атмосферы изученных населенных пунктов. Воздушный бассейн г. Алматы, по сравнению с пос. Кегень, интенсивно загрязняется респираторными фракциями взвешенных частиц РМ₁₀, что характерно для всей территории города. Это представляет большую опасность для здоровья населения, о чем свидетельствуют высокие показатели коэффициентов неканцерогенной опасности, рассчитанные по методике Агентства по охране окружающей среды США (USEPA). Кроме того, в динамике за последние 13 лет отмечается тенденция к росту уровня загрязнения атмосферы респираторными фракциями взвешенных частиц РМ₁₀ (табл. 8).

Таблица 8

Индексы опасности (И) тяжелых металлов в атмосфере г. Алматы и пос. Кегень

Загрязнитель	Район, М±m		P
	опытный	контрольный	
Тяжелые металлы	12,17±0,53	2,9±0,15	<0,001

В атмосфере г. Алматы уровень концентрации тяжелых металлов (свинца, цинка и частично кадмия) оказался выше соответствующих предельно допустимых концентраций. Содержание свинца в воздушном бассейне существенно превышало гигиенические нормы (ПДК) на территории всего города. Следовательно, все население г. Алматы круглосуточно подвергается воздействию этого высокотоксичного металла, а HQ достигает 4,2. В воздухе пос. Кегень концентрации тяжелых металлов за исключением свинца не превышали регламентов, а уровень свинца в 4 раза ниже, чем в г. Алматы и составляет 1,04, что соответствует незначительной степени экологического риска.

Институтом общей и коммунальной гигиены (г. Москва) была разработана методика определения реальной нагрузки химических веществ на человека, поступающих разными путями. В табл. 9 приводятся результаты расчетов аэрогенной нагрузки тяжелых металлов на взрослое население. Расчет аэрогенной

Таблица 9

Уровень аэрогенной нагрузки тяжелых металлов на взрослое население г. Алматы и контрольном пос. Кегень, мг/сут.

Металл	г. Алматы	пос. Кегень	P
Свинец	0,027	0,007	<0,05
Кадмий	0,003	0,0009	<0,05
Цинк	0,765	0,132	<0,05

нагрузки тяжелых металлов на организм человека проводился по формуле:

$$AH = C \cdot V \cdot КП \cdot КГ \text{ мг/сут.},$$

где AH – аэрогенная нагрузка металлом, мг/сут.;

C – среднесуточная концентрация металла в воздухе мг/м³;

V – объем вдыхаемого за сутки воздуха взрослого человека, м³;

КП – коэффициент поглощения металла в легких взрослого человека;

КГ – коэффициент газообмена у взрослого человека.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 *Авалиани С. Л., Голуб А. А., Сафонов Г. В., Балбус Дж., Давыдова Н. Г., Струкова Е. Б.* Управление окружающей средой на основе методологии анализа риска. - М., 2008. - 230 с.
- 2 *Крутько В. Н., Донцов В. И., Сердакова К. Г.* Старение: системный взгляд. Информатика здоровья и долголетия // Труды ИСА РАН. - М., 2006. - Т. 19. - С. 5-32.
- 3 *Ревич Б. А., Авалиани С. Л., Тихонова Г. И.* Экологическая эпидемиология. - М., 2004. - 384 с.
- 4 *Трацилова А. В.* Оценка риска смертности населения от мелкодисперсных взвешенных частиц, выбрасываемых в атмосферу промышленными предприятиями: автореф. дис... канд. биол. наук. - Волгоград, 1999. - 29 с.
- 5 *Неменко Б. А., Тьесова-Бердалина Р. А., Сыздыков Д. М., Ибраимова А. А.* Респираторные частицы атмосферы - фактор экологического риска. "Family Health in the XXI century", Papers of the XVI International Scientific Conference 27 april - 4 may 2012, Budapest, Hungary; Part II, Budapest-Perth, 2012. XVI Междунар. науч. конф. "Здоровье семьи - XXI век". - Будапешт (Венгрия) 26 апреля - 3 мая 2012 г. - Р. 42-43.
- 6 *Неменко Б. А., Тьесова-Бердалина Р. А., Сыздыков Д. М.* Расчеты рангового индекса неканцерогенной опасности взвешенных частиц в атмосферном воздухе г. Алматы: матер. за VIII Междунар. науч.-практ. конф. // Новината за напреднали наука - 2012, 17-25 май 2012. Т. 22, Лекарство, Физическа култура и спорт, София, "Бял ГРАД-БГ", ООД, 2012. - С. 18-19.
- 7 Методические указания по оценке риска воздействия взвешенных частиц атмосферы на здоровье населения. - Астана, 2006, - 10 с.
- 8 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, Р 2.1.10.1920-04. - М., 2004. - 116 с.
- 9 Методические рекомендации по определению реальной нагрузки на человека химических веществ, поступающих с атмосферным воздухом, водой и пищевыми продуктами. - М., 1986. - 42 с.

ТҮЙІН

Қазіргі кезеңде экологиялық фактор егде жастағы адамдар, айрықша 45-63 жастағы белсене шұғылданушы адамдар "қауқ-қатер тобына" жатады және ең сезімтал құрам болып табылады, қоршаған ортаның ластануы олардың денсаулығына қатерлі әсер, адамның үдеме қартаюының себебіне қарамастан өте аз зерттелген жағыдай. Халықтың денсаулығына ең қауіпті атмосфераның ластаушы, барлық химиялық заттың конгломераты, өлшемі төменшаң-тозаңның бөлшегінің РМ10-фракциялары болып табылады. Экологиялық қауіптің ең тиянақты және нарықты сарапшылығы халықтың денсаулығы үшін - HQ - РМ₁₀ қауіптілігінің еселігін негізді есебінде; ауыр металдың (қорғасынның, кадмидың және цинктің) HQ қауіптілігінің еселігін және адамның ағзаларына бөлек-бөлек жолдармен түсетін химиялық заттардың шынайы жүгінің ұйғарымінің есебінде.

Түйінді сөздер: экологиялық фактор, ауыр металдар, қауқ-қатер тобы.

SUMMARY

Today, environmental risks as a factor of accelerated aging of people is not studied very much, and middle age people including working population aged 45-63 are in included 'group of risk'. They are especially active, and present the most sensitive group, and so, environmental pollution negatively affects their health. The largest risk to public health is caused by small dust particles, PM10, which are a mix of all air pollutants. The most reliable and proper standard of evaluation of environmental risks for public health is based on the danger coefficient, HQ - PM10. The danger coefficients, HQ, are calculated for heavy metals (lead, cadmium and zinc), and actual quantities of air pollutants arriving in different ways.

Key words: environmental risks, heavy metals, group of risk.