NON-CANCER RISK ASSESSMENT UNDER WHEN EXPOSED OF CHEMICALS IN THE ATMOSPHERIC AIR ON THE BASIS OF EVOLUTIONARY MODEL

N. Stepanova¹, S. Fomina²

DOI: http://doi.org/10.15350/L_26/8/14

Abstract

The comparative analysis of the dynamics of first-diagnosed and total morbidity of children and adult population of the Kazan city was held under the form of the main classes of diseases over the 2004 to 2014 years. Calculation of individual risk of health effects for the cardiovascular and respiratory systems was carried out by a system of recurrent equations. Additional aggregate risk is formed mainly due to the impact of the analyzed chemicals in the air on the respiratory system of children under the age of 10 years – 87.2% of the aggregate risk and 12.8% at age 70, and for the cardiovascular system, respectively, at the age of 10 years – 22.5% and 77, 5% at the age of 70 years.

Keywords: pollution, environment, atmosphere.

На сегодняшний день методология анализа риска является общепринятым и важнейшим инструментом в международных организациях (Комиссия ООН по окружающей среде, ВОЗ, ФАО/ВОЗ, Евросоюз, Международный Комитет стандартов, ВТО и др.) и правительственных организациях всех развитых стран. Обзор публикаций по применению методологии оценки риска на практике в различных регионах России показывают высокую перспективность таких исследований для определения целесообразности, приоритетности и эффективности оздоровительных мероприятий [1, с. 4]. Одним из современных направлений ее развития является разработка методических подходов к анализу риска здоровью на базе моделирования его эволюции. Данные подходы предполагают скоординированное применение статистических и аналитических моделей, которые можно рассматривать как один из наиболее адекватных методов для решения задач прогнозирования и оценки вероятного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения. Подчеркивая особую чувствительность детей к вредному воздействию химических веществ в различные периоды их развития, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) делает акцент на тот факт, что для здоровья детей имеет значение не только интенсивность воздействия химических веществ, но и стадия развития де-

¹Natalya Stepanova, MD, Ph.D., Professor, "Kazan (Volga) Federal University" Institute of Fundamental Medicine and Biology, Russia.

²Suryana Fomina, graduate student "Kazan (Volga) Federal University" Institute of Fundamental Medicine and Biology, Russia.

тей во время такого воздействия [2]. Появляются фактические данные, которые позволяют предположить, что повышенный риск развития у взрослых людей некоторых болезней, таких как рак и болезни сердца, могут быть отчасти вызваны воздействием в детстве некоторых химических веществ в окружающей среде [3, с. 1156].

Изучение неинфекционной заболеваемости проводилось с использованием эпидемиологических подходов. Данные о заболеваемости детского (0-14 лет) и взрослого населения г. Казань получены на основании анализа статистических отчетов Информационно-аналитического центра Министерства Здравоохранения РТ за 2004-2014 гг. Углубленный анализ заболеваемости проводился по материалам годовых отчетов (статистическая форма №12) медицинских учреждений здравоохранения г. Казань и Республики Татарстан. Для характеристики показателей здоровья населения использовались абсолютные значения и интенсивные показатели (на 1000 населения), а также экстенсивные показатели (структура заболеваемости). Расчет риска развития неканцерогенных эффектов от загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе г. Казани проводился на основе построения эволюционных моделей [4].

За одиннадцать лет первичная и общая заболеваемость детского (0-14 лет) и взрослого (18 лет и старше) населения г.Казань медленно, но неуклонно росла. Изменения первичной заболеваемости взрослого населения по шкале Чеддока являются «умеренными», тогда как детского населения – «весьма высокими» (рис. 1). Основной подъем уровня первичной заболеваемости детского населения (0-14 лет) г.Казани регистрируется в 2006 и 2009-2011 гг.

Считается, что уровни и динамика распространенности патологических состояний, в первую очередь, определяются качеством медицинской помощи, оказываемой населению лечебно-профилактическими учреждениями, а уровни и динамика впервые выявленных заболеваний, прежде всего, обусловлены эколого-гигиенической обстановкой на территории [5, с. 58]. Параллельный анализ уровней и динамики показателей заболеваемости позволяет выявить факторы, влияющие на величину показателей распространенности и впервые выявленной заболеваемости.

Уровень распространенности заболеваемости детского населения по г.Казань носит волнообразный характер с подъемом в 1,2 раза в 2009-2010 гг., резким снижением в 2011г и новым подъемом в 1,24 раза к 2014 году (рис. 1).

Темпы среднегодового прироста первичной заболеваемости болезней у детей и взрослых за изучаемый период по г.Казань различались. Прирост, как частоты новых случаев, так и распространенности болезней был выше у детей, чем у взрослых (31,2% и 18,2%; -1,4% и 7,7%). Особенно высокие темпы роста первичной заболеваемости у детей отмечались: по классу болезней мочеполовой системы (БМПС) – с 32,6 случаев в 2004г. до 53, 3 в 2014г, классу Врожденных аномалий, деформаций и хромосомных нарушений (ВА) – с 12,5 до 17,5, новообразований (НО) – с 3,8 случаев до

6,7 случаев в 2014г. Значительный рост первичной заболеваемости болезнями крови и системы кровообращения (БК и КО) с 25,5 случаев до 46,8 случаев на 1000 детей в 2014г. формируется на 93-96% в отдельные годы за счет увеличения случаев заболеванием анемией.

Рис. 1. Динамика первичной и общей заболеваемости детского и взрослого населения г.Казань (R^2 – коэффициент детерминации аппроксимации линии тренда)

Установлено, что уровень «маркерных» заболеваний может являться индикатором экологического состояния окружающей среды, одной из составляющей которого является геохимическое состояние территории проживания и уровень антропогенного загрязнения окружающей среды. [6, с. 354]. Ретроспективный анализ показателей заболеваемости взрослого населения г.Казань за изучаемый период. показал, что общая и первичная заболеваемость населения (18 и старше) при незначительном росте показателей в 2004-2006 г.г. остается стабильной в последние годы. Анализ среднегодовых показателей распространенности отдельных классов болезней у детей г. Казань за 2004-2014 гг., выявил, ранговое распределение болезней по классам. На 1-м месте в структуре заболеваемости – болезни органов дыхания (БОД), доля которых составляет 50,1%. На 2-м месте – болезни органов пищеварения (8,6%), на 3-м месте – болезни МПС (4,1%), на 4-м месте – болезни глаз и его придаточного аппарата (3,9%) и на 5-м месте – болезни кожи и подкожной клетчатки (БКПК – 3,7%). У

взрослого населения города 1-ое место занимает болезни системы кровообращения (БСК). На 2-м месте располагаются болезни костно-мышечной системы (БКМС), далее следуют БМПС. Класс болезней органов пищеварения (БОП) занимает 5-е место (табл. 1).

Таблица 1

Среднегодовые показатели распространенности отдельных классов болезней у детского (0 -14 лет) и взрослого (18 и старше) населения г. Казань за 2004-2014 гг. (на 1000 населения соответствующего возраста)

МКБ-Х	Класс болезней	Дети (0 -14 лет)			Взрослые (18 и старше)		
		M±m	Me	95%ДИ	M±m	Me	95%ДИ
	Всего	2879,473±60,02	2976,68275	2686,767 - 3064,698	1704,03±44,95	1680,68	1587,56-1909,16
II	НО	11,23 ±0,53	10,85	9,69 – 14,49	50,69±2,80	46,88	44,80-60,90
III	БК и КО	62,99 ±3,73	61,33	49,61 – 78,4	14,37±0,59	14,12	12,50-16,67
IV	БЭС	63,43 ±6,55	67,79	36,6-91,8	57,34±3,81	60,34	41,76-66,40
IX	БСК	77,19±1,49	77,54	71,85-83,35	337,41±19,38	350,15	259,94-392,61
X	БОД	1418,78±55,46	1470,86	1222,24-1607,3	311,49±7,50	317,55	283,66-329,50
XI	БОП	233,99±4,63	236,89	209,35-251,67	131,14±6,03	135,59	103,29-144,70
XII	БКПК	111,27±9,33	92,89	81,05-152,25	53,98±5,48	58,02	27,11-62,40
XIII	БКМС	97,26±2,37	97,78	90,04-105,55	184,19±11,71	191,24	132,87-210,9
XIV	БМПС	115,47±1,76	117,01	07,69-120,20	121,96±4,29	121,82	103,68-134,4

В связи с этим, нами была проведена апробация оценки риска для здоровья детского населения от выбросов химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе г.Казань на основе эволюционной модели. Неучтенным в расчетах фактором, вносящим неопределенность в оценку риска, был условно выбранный сценарий воздействия, не учитывающий все специфические аспекты сезонной и суточной деятельности детского населения для оценки ингаляционного поступления химических веществ с атмосферным воздухом. Расчет индивидуальных рисков развития нарушений здоровья выполнялся по системе рекуррентных уравнений, представленных в [4] для двух систем: сердечно-сосудистой и дыхательной.

В соответствии со сценарием оценивалось хроническое воздействие химических веществ, поступающих из атмосферного воздуха. Фактические уровни экспозиции факторов, принятых в рассмотрение для расчета неканцерогенного риска получены на основе систематических наблюдений в рамках социально-гигиенического мониторинга за 9 летний период. Диапазон значений уровня экспозиции химических веществ в атмосферном воздухе г. Казань представлен в таблице (табл. 2).

Рассчитанные суточные эквивалентные дозы поступления веществ с атмосферным воздухом показали, что для детей в возрастных группах 1–6 лет и 7–17 лет значения суточных доз в 2,5 и 1,3 раза соответственно выше, чем для взрослого населения (для расчетов по нашему сценарию

была использована усредненная доза превышающая среднее значение в 1,8 раза). Полученные результаты свидетельствуют, что риск накопления функциональных нарушений при выбранном сценарии для органов дыхания формируется раньше, чем для сердечно-сосудистой системы, соответственно при уровне в 0,6 – к 40 и 82 годам и уровне 1,0 – к 51 и 93 годам.

Таблица 2

Диапазон значений уровня экспозиции веществ, поступающих из атмосферного воздуха, мг/м³

Фактор	Параметры	Допустимый (референтный) уровень
Взвешенные вещества РМ ₁₀	0,08 – 0,6	0,04
Диоксид серы	0,001 – 0,003	0,05
Оксид углерода	0,8 – 4,0	3,0
Диоксид азота	0,05 – 0,09	0,04
Фенол	0,0007 – 0,001	0,006
Формальдегид	0,005 – 0,007	0,003

На основе проведения сравнительного анализа результатов расчетов произведена оценка дополнительного риска нарушений здоровья населения, связанного с анализируемыми факторами для двух систем: органов дыхания и сердечно-сосудистой системы (рис.2, 3).

Рис. 2. Эволюция риска и дополнительного риска появления вредных эффектов на дыхательную систему при воздействии химических веществ в атмосферном воздухе

Рис. 3. Эволюционные детерминированные модели риска при двух сценариях для сердечно-сосудистой системы (результаты расчетов)

Дополнительный риск формируется в основном за счет воздействия анализируемых химических веществ в атмосферном воздухе на дыхательную систему. Структура риска, который складывается из агрегированных рисков отдельных систем изменяется в зависимости от возраста и продолжительности воздействия факторов (табл. 3).

Таблица 3

Результаты расчетов дополнительного риска (ΔR) здоровью для сердечнососудистой системы (ΔR с.с.) и органов дыхания (ΔR д.с.)

Возраст (лет)	ΔR д.с.	ΔR с.с.	Приведенный индекс риска	Характеристика риска
1 – 10	0,0040 – 0,0512	9,00631E-05 – 0,00113	0,01689	Пренебрежимо малый
20	0,1357	0,00298	0,08486	Пренебрежимо малый
30	0,2754	0,00598	0,19307	Умеренный
40	0,5062	0,01088	0,37212	Высокий
50	0,9374	0,01886	0,71206	Очень высокий
60	1,5178	0,03185	1,1594	Очень высокий
70	2,5591	0,05300	1,9716	Очень высокий

Результаты показали, что доля дополнительного риска для дыхательной системы от величины агрегированного риска в возрасте 10 лет составляет – 87,2% и 12,8% в возрасте 70 лет, а для сердечнососудистой системы, соответственно в возрасте 10 лет – 22,5% и 77, 5% в возрасте 70 лет. Полученные данные адекватно отражают сложившуюся эпидемиологическую и экологическую ситуацию на территории города в последние годы [7, с. 96]. По результатам моделирования неканцерогенный риск здоровью оценивается в возрасте до 19 лет как пренебрежимо малый, в возрасте до 36 лет как умеренный, в возрасте до 45 лет как высокий, для лиц старше 46 лет как очень высокий. Предлагаемая методология расширяет возможности существующих подходов, позво-

ляя оценивать риски для здоровья при одновременном воздействии нескольких разнородных факторов, свойственных окружающей среде (химических, биологических, физических), определять структуру рисков, улавливать временные и возрастные периоды, когда уровень риска может претерпеть качественное изменение (возрасти с низкого до умеренного, с умеренного до высокого и т.п.). При этом учитывается множественность ответов различной тяжести и накопление нарушений здоровья во времени. Таким образом, ретроспективный анализ заболеваемости взрослого и детского населения (0-14 лет) показал статистически достоверный рост уровней первичной заболеваемости и распространенности отдельных классов болезней. Результаты апробации оценки неканцерогенного риска на основе построения эволюционных моделей при хроническом воздействии химических веществ, позволили определить величину дополнительных рисков ответа со стороны здоровья для дыхательной и сердечно-сосудистой систем в условиях поступления определенных химических компонентов с учетом возраста и длительности воздействия. Дополнительный агрегированный риск формируется в основном за счет воздействия анализируемых химических веществ в атмосферном воздухе на дыхательную систему и в возрасте 10 лет составляет – 87,2% от величины агрегированного риска. Полученные данные позволяют прогнозировать уровень заболеваемости основными классами болезней в зависимости от изменения экологической ситуации.

References

- [1] Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани, О.О. Синецына, Т.А. Шашина // Анализ риска здоровью. 2015. №2. С. 4-11.
- [2] Департамент ВОЗ по общественному здравоохранению, окружающей среде и социальным детерминантам здоровья. ВОЗ, Женева, 2014. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/ (дата обращения 27.12.2016).
- [3] Hattis D, Goble R, Russ A, Chu M, Ericson J. Age-Related Differences in Susceptibility to Carcinogenesis: A Quantitative Analysis of Empirical Animal Bioassay Data. // Environmental Health Perspectives. 2004. V.112(11). P.1152-1158. doi:10.1289/ehp.6871.
- [4] Методические рекомендации МР 2.1.10.0062 12. Количественная оценка не канцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей. Москва. 2012. 36 С.
- [5] Общественное здоровье и здравоохранение: руководство к практическим занятиям: учеб. пособие / В. А. Медик, В. И. Лисицин, М. С. Токмачев. 2012. 400 с
- [6] Фомина С.Ф., Степанова Н.В., Святова Н.В. Региональные особенности заболеваемости жителей Республики Татарстан // Фундаментальные исследования. 2013. № 12 (часть 2). С. 350-355.
- [7] Степанова Н.В., Валеева Э.Р. Основные тенденции здоровья детского населения республики Татарстан // Гигиена и санитария. 2015. № 94(1). С. 92-97.