

ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УДК 613.3 (470.11)

DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.04

НЕКАНЦЕРОГЕННЫЙ РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ Г. КАЗАНИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЙ КОНТАМИНАЦИЕЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И СЫРЬЯ*

С.Ф. Фомина, Н.В. Степанова

Институт фундаментальной медицины и биологии Казанского федерального университета, Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Представлены результаты оценки неканцерогенного риска для здоровья детей г. Казани, обусловленного потреблением пищевых продуктов, загрязненных химическими веществами. Исследование проводилось за два периода (2007–2010 гг. и 2011–2014 гг.) для детей в возрасте 3–6 лет. Изучение фактического питания детей осуществлялось анкетно-опросным и хронометражно-весовым методами. Расчет суточных доз проводился с учетом региональных параметров экспозиции на уровне медианы и 95%-го перцентиля. Установлен высокий уровень неканцерогенного риска на уровне 95%-го перцентиля для метилртути (3,89 и 3,33 за оба периода соответственно), высокий и недопустимый для мышьяка (10,67 в первом периоде). Определены органы и системы, подверженные наибольшему токсическому воздействию. На уровне медианы в первом периоде у детей существует настораживающий уровень неканцерогенного риска для центральной нервной системы (НИ = 3,03). В 2007–2010 гг. на уровне 95%-го перцентиля коэффициента опасности у детского населения существует высокий уровень неканцерогенного риска центральной нервной системы (НИ = 12,20), гормональной системы (НИ = 12,87), иммунной системы (НИ = 11,72) и систем развития (НИ = 4,03). В 2011–2014 гг. наиболее подвержены общетоксическому действию центральная нервная система и системы развития (НИ = 4,02 и 3,98 соответственно). Риск развития неканцерогенных эффектов за 2007–2010 гг. со стороны гормональной системы (64 %), центральной нервной системы (79 %) и иммунной системы (91 %) обусловлен преимущественно контаминацией пищевых продуктов мышьяком. А за период 2011–2014 гг. – поступлением свинца: 46 % для гормональной системы и 57 % для центральной нервной системы.

Ключевые слова: химические контаминанты, региональные факторы экспозиции, детское население, долевой вклад, неканцерогенный риск, критические органы, критические системы организма.

Актуальность вопросов безопасности пищи возрастает с каждым годом, поскольку обеспечение должного качества пищевого сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении. В современных условиях пищевые продукты содержат различные количества контаминантов, в ряде случаев преимущественно ниже уровня установленных гигиенических нормативов [3, 7]. Длительные химические нагрузки малой интенсивности являются одними

из наиболее значимых факторов риска для здоровья, снижающих устойчивость организма к воздействию других неблагоприятных экологических и социально обусловленных факторов окружающей среды [1, 16]. Поэтому необходимость проведения контроля за обеспечением безопасности продуктов, изучение возможного негативного влияния малых доз чужеродных веществ на здоровье детей рассматриваются в качестве важных научных и практических задач гигиены. Дети являются наиболее чувствительным контингентом к действию неблаго-

© Фомина С.Ф., Степанова Н.В., 2017

Фомина Сурьяна Фаритовна – аспирант (e-mail: isuryana@mail.ru; тел.: 8 (917) 900-94-56).

Степанова Наталья Владимировна – доктор медицинских наук, профессор (e-mail: stepmed@mail.ru; тел.: 8 (917) 399-99-07).

* Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности 19.9777.2017/8.9.

приятных факторов окружающей среды, поэтому здоровье детского населения может служить надежным индикатором экологического благополучия региона.

Обзор публикаций по оценке риска в России показал, что основная часть вопросов связана с неопределенностями оценки экспозиции и отсутствием региональных, национальных и возрастных различий в факторах экспозиции и чувствительности к канцерогенам [4, 13]. Известно, что дети до 6 лет из-за особенностей функциональных характеристик более уязвимы к экспозиции химическими веществами [8].

Цель исследования – дать оценку неканцерогенного риска для здоровья детского населения в возрасте от 3 до 6 лет в зависимости от нагрузки пищевых продуктов контаминантами в регионе.

Материалы и методы. В основу исследования заложены два временных периода: 2007–2010 гг. и 2011–2014 гг. Изучение фактического питания детей в возрасте 3–6 лет проводилось в направлениях: изучения индивидуального и семейного питания (анкетно-опросный метод); изучения питания в коллективах, где ребенок получает полный или частичный рацион (хронометражно-весовой метод). Характер фактического питания детей в Муниципальном дошкольном образовательном учреждении «Детский сад № 146» г. Казани определялся путем анализа ежемесячных отчетов о расходе пищевых продуктов (по накопительным ведомостям), а также выборочно по меню-раскладкам. Оценка питания детей была дополнена результатами анкетированного опроса родителей о приеме пищи в выходные дни и по вечерам в будни. Для расчета экспозиции использовались данные о содержании изучаемых химических веществ в пищевых продуктах и данные о потреблении пищевых продуктов детским населением на основании медианы и 95%-го перцентиля в соответствии с МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценки риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население» [2]. Оценку неканцерогенного риска осуществляли по результатам исследований, в которых проводился анализ содержания свинца, кадмия, мышьяка и ртути в пищевых группах продуктов. Работа выполнялась на базе аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Ру-

ководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и данными Агентства по охране окружающей среды США. Характеристика общетоксических эффектов выполнена на основе коэффициентов опасности (*HQ*) отдельных веществ и суммарных индексов опасности (*HI*) для веществ с однонаправленным механизмом действия [5, 17]. За допустимый уровень неканцерогенных эффектов принимали значения *HI* от 1,1 до 3,0, диапазон значений *HI* от 3 до 6 рассматривали как настоятельно опасный уровень риска, а *HI* выше 6 – как высокий [6].

Результаты и их обсуждение. Результаты оценки показали, что в общую суммарную экспозицию за оба исследуемых периода (2007–2010 гг. и 2011–2014 гг.) наибольший вклад вносил свинец, поступающий с продуктами питания (69,34 и 85,91 % на уровне медианы и 50,93 и 87,77 % на уровне 95%-го перцентиля). На втором месте за период 2007–2010 гг. был определен значительный вклад в величину суммарной экспозиции мышьяка (14,13 % на уровне медианы и 34,28 % на уровне 95%-го перцентиля) (табл. 1).

В период 2011–2014 гг. экспозиционная доза свинца, поступающего в организм детского населения с продуктами питания, на уровне медианы и 95%-го перцентиля в 1,7 раза превысила показатели периода 2007–2010 гг.

Основную долю свинца за оба периода в общую экспозицию внесли зерно, крупяные и хлебобулочные изделия (31,08 и 31,63 % на уровне медианы, 44,24 и 35,02 % на уровне 95%-го перцентиля); мясо и мясопродукты, птица, яйцо (28,85 и 30,22 % на уровне медианы, 18,03 и 22,58 % на уровне 95%-го перцентиля); молоко и молочные продукты (16,66 и 18,94 % на уровне медианы, 14,31 и 20,42 % на уровне 95%-го перцентиля). Группами продуктов с наибольшим вкладом в экспозицию кадмием за период 2007–2010 гг. являлись зерно, крупяные и хлебобулочные изделия (42,63 % на уровне медианы и 39,81 % на уровне 95%-го перцентиля), рыба, нерыбные объекты промысла (18,47 и 21,51 % соответственно), плодоовощная продукция (15,19 и 14,11 % соответственно). За период 2011–2014 гг. основными группами продуктов с наибольшим вкладом кадмия были молоко и молочные продукты (64,57 % на уровне медианы и 27,35 % на уровне 95%-го перцентиля), а также зерно, крупяные и хлебобулочные

Таблица 1

Результаты оценки экспозиции (поступления) химических контаминантов с пищевыми продуктами

Контаминант	2007–2010 гг.				2011–2014 гг.			
	Экспозиция, мг/кг-сут		Вклад в суммарную экспозицию, %		Экспозиция, мг/кг-сут		Вклад в суммарную экспозицию, %	
	медиана	95%-й перцентиль	медиана	95%-й перцентиль	медиана	95%-й перцентиль	медиана	95%-й перцентиль
Свинец	0,00952	0,03329	69,34	50,93	0,01694	0,05072	85,91	87,77
Кадмий	0,00154	0,00710	11,22	10,86	0,00246	0,00580	12,47	10,04
Мышьяк	0,00194	0,02241	14,13	34,28	0,00006	0,00008	0,3	0,01
Ртуть ¹	0,00055	0,00218	4,00	3,33	0,00016	0,00093	0,81	1,61
Метилртуть ²	0,00018	0,00039	1,31	0,6	0,00010	0,00033	0,51	0,57
Сумма	0,01373	0,06537	100,0	100,0	0,01972	0,05778	100,0	100,0

Пр и м е ч а н и е (здесь и далее):

¹ – экспозиционная доза по ртути рассчитана для групп продуктов без учета рыбы и нерыбных объектов промысла;

² – экспозиционная доза по метилртути рассчитана для рыбы и нерыбных объектов промысла.

изделия (17,82 % на уровне медианы и 40,17 %, на уровне 95%-го перцентиля). За оба исследуемых периода наибольшим вкладом в экспозицию ртути характеризовались мясо и мясо-продукты, мясо птицы, яйцо (28,78 и 36,86 % на уровне медианы и 20,73 и 28,84 % на уровне 95%-го перцентиля), зерновые, крупяные и хлебобулочные изделия (28,52 и 18,45 % на уровне медианы и 40,49 и 42,74 % на уровне 95%-го перцентиля), рыба, нерыбные объекты промысла (18,55 и 28,79 % на уровне медианы, 10,94 и 19,80 % на уровне 95%-го перцентиля). А в 2007–2010 гг. еще молоко и молочные продукты (20,04 % на уровне медианы, 21,48 % на уровне 95%-го перцентиля). За период 2007–2010 гг. высокие уровни вклада в общее значение экспозиции мышьяком выявлены для рыбы и нерыбных объектов промысла (83,13 % на уровне медианы, 77,44 % на уровне 95%-го перцентиля), а за период 2011–2014 гг. – для молока и молочных продуктов (57,78 % на уровне медианы, 64,37 % на уровне 95%-го перцентиля), а также для сахара и кондитерских изделий (42,22 % на уровне медианы, 35,63 % на уровне 95%-го перцентиля). Это объясняется тем, что в период 2011–2014 гг. в остальных группах продуктов содержание мышьяка не было выявлено.

Поскольку большая часть ртути в рыбе представляет собой метилртуть, то по рекомендациям United Nations Environment Programme (UNEP) и WHO в 2008 г. был сделан перерасчет ртути в рыбе и нерыбных объектах промысла на метилртуть. Метилртуть легко всасывается в организм через желудочно-кишечный тракт и имеет более высокие

уровни воздействия. К ней более восприимчивы беременные женщины и дети, даже при более низких уровнях воздействия. Следует также отметить, что неорганическая ртуть является загрязнителем пищи, но считается, что воздействие ее менее важно из-за меньшей токсичности по сравнению с метилртутью [11, 15, 17, 18].

В качестве критериев оценки неканцерогенного риска для здоровья детского населения исследуемых химических веществ, поступающих с продуктами питания, использовались официально рекомендованные данные о референтных (безопасных) концентрациях (*RfD*) при хроническом воздействии на критические органы и системы организма человека (табл. 2).

Характеристика риска показала, что в первом периоде значения для метилртути на уровне медианы, для кадмия и ртути, рассчитанные на уровне 95%-го перцентиля, превышали референтное значение, равное 1,0. На уровне 95%-го перцентиля коэффициент опасности по метилртути превысил значение 3,0, что говорит о среднем уровне риска. Уровень риска по мышьяку оказался чрезвычайно высоким (коэффициент опасности больше 10,0). Во втором периоде коэффициент опасности по метилртути на уровне 95%-го перцентиля также превысил значение 3,0. Уровни неканцерогенного риска от воздействия свинца в первом периоде и свинца, кадмия, ртути во втором периоде являются допустимыми (табл. 3).

Исучаемые химические контаминанты (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть и метилртуть), обнаруженные в анализируемых группах пищевых

Таблица 2

Показатели неканцерогенной опасности исследуемых химических веществ, поступающих пероральным путем

CAS*	Вещество	Неканцерогенное действие		Источники данных
		RfD, мг/кг	Критические системы и органы	
7439-92-1	Свинец	0,035	Нервная система, органы кроветворения, сердечно-сосудистая система, репродуктивная система, мочеполовая система	P.2.1.10.1920-04 [5]
7440-43-9	Кадмий	0,001	Мочеполовая система, почки	IRIS [14]
7440-38-2	Мышьяк	0,0003	ЦНС, нервная система, сердечно-сосудистая система, иммунная система, гормональная система, желудочно-кишечный тракт	IRIS [14]
7439-97-6	Ртуть	0,0003	Иммунная система, почки, ЦНС, репродуктивная система, гормональная система	P.2.1.10.1920-04 [5]; WHO/UNEP, 2008 [18]
	Метилртуть	0,0001	ЦНС, почки, нервная система	WHO/UNEP, 2008 [18]

Примечание: * – уникальный численный идентификатор химических соединений.

Таблица 3

Неканцерогенный риск нарушений функций нервной системы для здоровья детского населения г. Казани при поступлении контаминантов с пищевыми продуктами

Контаминанты	2007–2010 гг.				2011–2014 гг.			
	Коэффициенты опасности (HQ)		Вклад в HI, %		Коэффициенты опасности (HQ)		Вклад в HI, %	
	медиана	95%-й перцентиль	медиана	95%-й перцентиль	медиана	95%-й перцентиль	медиана	95%-й перцентиль
Свинец	0,039	0,136	1,28	1,11	0,069	0,207	6,058	20,254
Мышьяк	0,925	10,670	30,53	87,24	0,029	0,039	2,546	3,816
Ртуть	0,260	1,036	8,57	8,47	0,078	0,442	6,848	43,249
Метилртуть	1,806	0,389	59,63	3,18	0,963	0,334	84,548	32,681
Сумма (HI)	3,029	12,231	100,00	100,00	1,139	1,022	100,00	100,00

продуктов на протяжении 2007–2010 гг. и 2011–2014 гг., обладают потенциальной способностью вызывать в организме различные вредные эффекты [10, 12].

Индексы опасности (HI), рассчитанные на основе медианных значений коэффициентов опасности, в первом периоде были более 3,0, что указывает на средний уровень риска, во втором периоде – менее 3,0 (допустимый риск). В первом периоде на уровне медианы у детей существует настораживающий уровень (HI = 3,03) неканцерогенного риска для центральной нервной системы, на уровне 95%-го перцентиля – высокий уровень (HI = 12,20). Также на уровне 95%-го перцентиля коэффициента опасности выявлен высокий уровень неканцерогенного риска гормональной системы (HI = 12,87), иммунной системы (HI = 11,72), и настораживающий риск для систем развития (HI = 4,03). В 2011–2014 гг. наиболее подверженными общетоксическому действию оказа-

лись центральная нервная система и системы развития (HI = 4,02 и 3,98 соответственно). Риск развития неканцерогенных эффектов за 2007–2010 гг. со стороны гормональной системы (64 %), центральной нервной системы (79 %) и иммунной системы (91 %) обусловлен преимущественно контаминацией пищевых продуктов мышьяком, а за период 2011–2014 гг. – свинцом: гормональной системы – 46 %, центральной нервной системы – 57 %.

Учитывая высокий уровень неканцерогенного риска на уровне 95%-го перцентиля мышьяка и метилртути, а также особенности детского организма (количество продуктов и химических веществ, поступающих на килограмм массы тела, у детей больше, чем у взрослых), необходимо усилить контроль за содержанием изученных контаминантов в продуктах питания. Необходимо оценивать экспозицию для отдельных возрастных групп детей, учитывая и их поведение на разных этапах жизни, и особенности региона,

в котором они проживают [9]. Появляются фактические данные, которые позволяют предположить, что повышенный риск развития некоторых болезней у взрослых людей, таких как рак и болезни сердца, может быть отчасти вызван более ранним воздействием на детский организм некоторых химических веществ окружающей среды [13].

Анализ уровней риска с использованием местных факторов и возрастных различий в экспозиции химических веществ, поступающих перорально с продуктами питания, показал, что применение стандартных значений в методологии оценки риска приводит к недооценке фактического риска для здоровья детского населения.

Список литературы

1. Актуализированные экологические факторы риска здоровью населения и пути совершенствования его оценки / Ю.А. Рахманин, О.О. Синицына, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2015. – С. 12–21.
2. МУ 2.3.7.2519-09. Определение экспозиции и оценки риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии России, 2010. – 27 с.
3. Онищенко Г.Г., Литвинова О.С., Тутельян В.А. Оценка результатов мониторинга безопасности пищевых продуктов в Российской Федерации. Микотоксины // Вопросы питания. – 2010. – Т. 79, № 5. – С. 24–28.
4. Оценка неканцерогенного риска для здоровья детского населения при потреблении питьевой воды / Н.В. Степанова, Э.Р. Валеева, С.Ф. Фомина, А.И. Зиятдинова // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 11. – С. 1079–1083.
5. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
6. Развитие методологии оценки риска с учетом гармонизации с международными требованиями / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, В.А. Кислицин // Опыт использования методологии оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Ангарск: РИО АТА, 2012. – С. 12–16
7. Степанова Н.В., Смирнов В.М., Хамитова Р.Я. Оценка химической безопасности пищевых продуктов // Казанский медицинский журнал. – 2005. – № 5. – С. 419–422.
8. Степанова Н.В., Фомина С.Ф. Новые направления в методологии оценки риска для здоровья населения – оценка детского риска (глава 1) // Тенденции и инновации фундаментальных и прикладных наук / под ред. И.Б. Красиной. – Ставрополь: Логос, 2016. – Кн. 3. – 162 с.
9. Унгурану Т.Н. Гигиеническая оценка качества пищевых продуктов в городе Новодвинске // Экология человека. – 2010. – № 12. – С. 10–17.
10. Феттер В.В. Оценка риска для здоровья населения химической контаминации продуктов питания и продовольственного сырья // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 4. – С. 54–63.
11. Buchanan S., Anglen J., Turyk M. Methyl mercury exposure in populations at risk: Analysis of NHANES 2011–2012 [Электронный ресурс] // Environmental Research. – 2015. – Vol. 140. – P. 56–64. – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935115000766> (дата обращения: 10.08.2017).
12. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population [Электронный ресурс] // European Food Safety Authority. – EFSA, 2014. – Vol. 12, № 3. DOI: 10.2903/j.efsa.2014.3597. – URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2014.3597/references> (дата обращения: 15.08.2017).
13. Firestone M. Protecting children from environmental risks throughout each stage of their childhood // Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology. – 2010. – Vol. 20. – P. 227–228.
14. Integrated Risk Information System (IRIS). IRIS Assessments: A to Z QuickList of Chemicals [Электронный ресурс] // U.S. Environmental Protection Agency. – URL: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/simple_list.cfm (дата обращения: 09.08.2017).
15. Methyl mercury exposure assessment using dietary and biomarker data among frequent seafood consumers in France: CALIPSO study [Электронный ресурс] / V. Sirot, T. Guérin, Y. Mauras, H. Garraud, J.-L. Volatier, J.-Ch. Leblanc // Eighth International Conference on Mercury as a Global Pollutant: Human Health and Exposure to Methylmercury. – 2008. – Vol. 107. – P. 30–38. – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935107002484> (дата обращения: 11.08.2017).
16. Overview of the Development of the Korean Exposure Factors Handbook [Электронный ресурс] / J. Jae-Yeon, J. Soo-Nam, K. So-Yeon, M. Hyung-Nam [et al.] // Journal of Preventive Medicine and Public Health. – 2014. – Vol. 47, № 1. – P. 1–6. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3930803/> (дата обращения: 11.08.2017).
17. U.S. EPA. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report) [Электронный ресурс] // U.S. Environmental Protection Agency. – Washington, DC, EPA/600/R-09/052F, 2011. – URL: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252> (дата обращения: 10.08.2017).

18. UNEP DTIE Chemicals Branch and WHO Department of Food Safety, Zoonoses and Foodborne Diseases. Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure [Электронный ресурс]. – Geneva, Switzerland, 2008. – 167 p. – URL: <http://www.who.int/foodsafety/publications/risk-mercury-exposure/en/> (дата обращения: 09.08.2017).

Фомина С.Ф., Степанова Н.В. Неканцерогенный риск для здоровья детского населения г. Казани, обусловленный контаминацией пищевых продуктов и сырья // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 42–48. DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.04

UDC 613.3 (470.11)

DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.04.eng

NON-CARCINOGENIC RISK FOR CHILDREN POPULATION HEALTH IN KAZAN CAUSED BY FOOD PRODUCTS AND FOOD RAW MATERIALS CONTAMINATION*

S.F. Fomina, N.V. Stepanova

Kazan Federal University, Fundamental Medicine and Biology Institute, 18 Kremlevskaya street, Kazan, 420008, Russian Federation

The paper dwells on results of assessing non-carcinogenic risk for children health in Kazan caused by consumption of food products contaminated with chemicals. Research was performed in two stages (2007–2010 and 2011–2014) on children aged 3–6. Actual nutrition of children was examined via questioning and timing-weighing techniques. Daily doses were calculated allowing for regional exposure parameters at median (Me) and 95-th percentile level. We detected high non-carcinogenic risk at 95-th percentile level for methyl-mercury (3.89 and 3.33 in both periods correspondingly); high and intolerable for As (10.67 in the first period). We determined organs and systems in a body which were under greatest toxic effects. Alerting level of non-carcinogenic risk for central nervous system (HI = 3.03) was detected in the first period at median level. In 2007–2010 we detected the following high non-carcinogenic risks at the 95-th percentile level of a danger coefficient for children: non-carcinogenic risk for central nervous system (HI = 12.20), hormonal system (HI=12.87), immune system (HI=11.72), and alerting risk for development (HI=4.03). In 2011–2014 the following systems were most prone to overall toxic impacts: central nervous system and development (HI = 4.02 and 3.98 correspondingly). Non-carcinogenic effects risk over 2007–2011 for hormonal system (64 %), central nervous system (79 %), and immune system (91 %) was caused mostly by food products contamination with As. As for 2011–2014, the greatest risk factor was Pb introduction, (46 %) for hormonal system, and (57 %) for central nervous system.

Key words: chemical contaminants, regional exposure factors, children, share contribution, non-carcinogenic risk, critical organs, critical systems in a body.

References

1. Rakhmanin Yu.A., Sinitsyna O.O., Avaliani S.L., Novikov S.M. Aktualizirovannye ekologicheskie factory riska zdorov'yu naseleniya i puti sovershenstvovaniya ego otsenki [Actualized ecological population health risk factors and ways of improving efficiency of its assessment]. *Aktual'nye problemy bezopasnosti i analiza riska zdorov'yu naseleniya pri vozdeistvii faktorov sredy obitaniya: materialy VI Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [Vital issues of safety and population health risk analysis under exposure to environmental factors: Materials of the VI Russian Theory and Practice Conference with international participation]*. Perm', 2015, pp. 12–21 (in Russian).

© Fomina S.F., Stepanova N.V., 2017

Suryana F. Fomina – post-graduate student (e-mail: isuryana@mail.ru; tel.: +7 (917) 900-94-56).

Natalya V. Stepanova – Doctor of Medicine, Professor (e-mail: stepmed@mail.ru; tel.: + 7 (917) 399-99-07).

* The work was accomplished due to a grant given to Kazan Federal University for performing a state task in scientific research sphere No. 19.9777.2017/8.9

2. Opredelenie ekspozitsii i otsenki riska vozdeistviya khimicheskikh kontaminantov pishchevykh produktov na naselenie: metodicheskie ukazaniya 2.3.7.2519-09. [Exposure determination and assessment of risks caused by effects exerted on population by chemical contaminants in food products: methodical guidelines 2.3.7.2519-09.]. Moscow, Federal'nyi tsentr gigeny i epidemiologii Rossii, Publ., 2010, 27 p. (in Russian).
3. Onishchenko G.G., Litvinova O.S., Tutel'yan V.A. Otsenka rezul'tatov monitoringa bezopasnosti pishchevykh produktov v Rossiiskoi Federatsii. Mikotoksiny [Evaluation of the results of monitoring food safety in Russia. Mycotoxins]. *Voprosy pitaniya*, 2010, vol. 79, no. 5, pp. 24–28 (in Russian).
4. Stepanova N.V., Valeeva E.R., Fomina S.F., Ziyatdinova A.I. Otsenka nekantserogenogo riska dlya zdorov'ya detskogo naseleniya pri potreblenii pit'evoi vody [Assessment of non-carcinogenic risk for the health of the child population under the consumption of drinking water]. *Gigiya i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 11, pp. 1079–1083 (in Russian).
5. Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeistvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu R 2.1.10.1920-04 [Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment 2.1.10.1920-04]. Moscow, Federal'nyi tsentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, Publ., 2004, 143 p. (in Russian).
6. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Kislitsin V.A. Razvitie metodologii otsenki riska s uchetom harmonizatsii s mezhdunarodnymi trebovaniyami [Risk assessment methodology development allowing for harmonization with international requirements]. *Opyt ispol'zovaniya metodologii otsenki riska zdorov'yu naseleniya dlya obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [Experience of population health risk assessment application for providing sanitary and epidemiologic welfare: Materials of Russian Theory and Practice Conference with international participation]*. Angarsk, RIO ATA, Publ., 2012, pp. 12–16 (in Russian).
7. Stepanova N.V., Smirnov V.M., Khamitova R.Ya. Otsenka khimicheskoi bezopasnosti pishchevykh produktov [Evaluation of Chemical Safety of Foodstuffs]. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*, 2005, no. 5, pp. 419–422 (in Russian).
8. Stepanova N.V., Fomina S.F. Novye napravleniya v metodologii otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya – otsenka detskogo riska (glava 1) [New trends in methodology for population health risk assessment – assessing risks for children (Chapter 1)]. *Tendentsii i innovatsii fundamental'nykh i prikladnykh nauk; kniga 3*. In: I.B. Krasina, ed. Stavropol', Logos, Publ., 2016, 162 p. (in Russian).
9. Unguryanu T.N. Gigienicheskaya otsenka kachestva pishchevykh produktov v gorode Novodvinske [Hygienic assessment of food products quality in Novodvinsk]. *Ekologiya cheloveka*, 2010, no. 12, pp. 10–17 (in Russian).
10. Fetter V.V. Otsenka riska dlya zdorov'ya naseleniya khimicheskoi kontaminatsii produktov pitaniyai prodovol'stvennogo syr'ya [Human health risk assessment of the chemical contamination of food products and raw foods]. *Health Risk Analysis*, 2013, no. 4, pp. 54–63 (in Russian).
11. Buchanan S., Anglen J., Turyk M. Methyl mercury exposure in populations at risk: Analysis of NHANES 2011–2012. *Environmental Research*, 2015, vol. 140, pp 56–64. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935115000766> (10.08.2017).
12. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. *European Food Safety Authority (EFSA)*, 2014, vol. 12, no. 3. DOI: 10.2903/j.efsa.2014.3597. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2014.3597/references> (15.08.2017).
13. Firestone M. Protecting children from environmental risks throughout each stage of their childhood. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 2010, vol. 20, pp. 227–228.
14. Integrated Risk Information System (IRIS). IRIS Assessments: A to Z QuickList of Chemicals. *U.S. Environmental Protection Agency*. Available at: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/simple_list.cfm (09.08.2017).
15. Sirot V., Guérin T., Mauras Y., Garraud H., Volatier J.-L., Leblanc J.-Ch. Methyl mercury exposure assessment using dietary and biomarker data among frequent seafood consumers in France: CALIPSO study. *Eighth International Conference on Mercury as a Global Pollutant: Human Health and Exposure to Methylmercury*, 2008, vol. 107, pp. 30–38. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935107002484> (11.08.2017).
16. Jae-Yeon J., Soo-Nam J., So-Yeon K., Hyung-Nam M. [et al]. Overview of the Development of the Korean Exposure Factors Handbook. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 2014, vol. 47, no. 1, pp. 1–6. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3930803/> (11.08.2017).
17. U.S. EPA. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report). *U.S. Environmental Protection Agency*. Washington, DC, EPA/600/R-09/052F, 2011. Available at: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252> (10.08.2017).
18. UNEP DTIE Chemicals Branch and WHO Department of Food Safety, Zoonoses and Foodborne Diseases. Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure. Geneva, Switzerland, 2008, 167 p. Available at: <http://www.who.int/foodsafety/publications/risk-mercury-exposure/en/> (09.08.2017).

Fomina S.F., Stepanova N.V. Non-carcinogenic risk for children population health in Kazan caused by food products and food raw materials contamination. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 4, pp. 42–48. DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.04.eng

Получена: 04.09.2017

Принята: 02.12.2017

Опубликована: 30.12.2017