

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕГРАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ ПО ЙОДНОМУ ДЕФИЦИТУ НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

В работе впервые проведена интегральная оценка влияния факторов среды на эпидемиологическую ситуацию по йодному дефициту в агропромышленном регионе с использованием современного расчетно-балансового метода, данных биомониторинга и экспрессного микроанализа.

Ключевые слова: экология, йодный дефицит.

В современных условиях, по мнению экспертов Международного банка реконструкции и развития, никакие капиталовложения в экономику и образование не могут быть эффективными без ликвидации йодного дефицита [4].

Между тем задача ликвидации йодного дефицита не решена ни в одном регионе России. Это определяет актуальность экологической оценки интегрального влияния факторов среды на эпидемиологическую ситуацию по йодному дефициту.

Вместе с тем особенности формирования йодного дефицита под воздействием комплекса абиотических факторов изучены недостаточно. До настоящего времени не разработаны методические подходы к оценке йодной обеспеченности организма с учетом комплексного поступления йода в организм на основе использования современных технологий экспрессного микроанализа и биомониторинга [1, 2]. Отсутствие адекватных современному методическому уровню экологически обоснованных систем оценки эпидемиологической ситуации и целенаправленной коррекции, фрагментарность большинства выполненных в регионах России исследований уменьшают эффективность мер по обеспечению устойчивого развития и снижения отрицательного влияния йоддефицита на функционирование экосистемы «человек - среда обитания».

Объектом исследования являлась Оренбургская область в целом (региональная экосистема «человек – среда обитания») [3].

Для решения поставленных задач реализована методическая схема исследования.

На первом этапе проведен анализ комплекса абиотических факторов, влияющих на формирование йодной недостаточности у населения, выявлены динамика, структура, регио-

нальные особенности абсолютного йодного дефицита в современных условиях.

Абсолютный йодный дефицит в Оренбургской области в период 2002-2006 гг. составил  $56,7 \pm 0,25$  мкг/чел в сутки, что существенно ( $p < 0,01$ ) ниже уровня 1996-2001 гг. ( $57,5 \pm 0,25$  мкг/чел в сутки) и соответствует средней степени тяжести по критериям ВОЗ.

В динамике причин абсолютного йодного дефицита выявлены противоречивые тенденции в виде роста с  $26,2 \pm 0,17$  в 1996-2001 гг. до  $26,8 \pm 0,17$  мкг/чел в сутки в 2002-2006 гг. ( $p < 0,01$ ) прямого йодного дефицита, обусловленного неблагоприятными экологическими условиями местности при одновременном снижении с  $31,3 \pm 0,19$  в 1996-2001 гг. до  $29,9 \pm 0,18$  мкг/чел в сутки в 2002-2006 гг. ( $p < 0,001$ ) относительного йодного дефицита, опосредованного неблагоприятными социально-экономическими условиями (табл. 1).

В современный период изменения региональной структуры абсолютного йодного дефи-

Таблица 1. Динамика абсолютного йодного дефицита в Оренбургской области в мкг на 1 ребенка школьного возраста в сутки

Оцениваемые периоды	Абсолютный дефицит	В том числе	
		относительный дефицит	прямой дефицит
2002	56,7	30,0	26,7
2003	58,6	33,0	25,6
2004	55,9	28,6	27,3
2005	56,0	28,8	27,2
2006	56,3	29,3	27,0
2002-2006	<b><math>56,7 \pm 0,25</math></b>	<b><math>29,9 \pm 0,18</math></b>	<b><math>26,8 \pm 0,17</math></b>
1996-2001	<b><math>57,5 \pm 0,25</math></b>	<b><math>31,3 \pm 0,19</math></b>	<b><math>26,2 \pm 0,17</math></b>
t	2,3	5,4	2,5

Примечание: t - критерий достоверности разницы показателей йодного дефицита в современный период по сравнению с предшествующим.

цита характеризуются снижением с 52,9 в 2002 г. до 52,0% в 2006 г. относительного йодного дефицита, обусловленного неблагоприятными социально-экономическими условиями, и на этом фоне некоторым увеличением значимости с 47,1 в 2002 г. до 48,0% в 2006 г. прямого йодного дефицита, обусловленного неблагоприятными экологическими условиями местности (табл. 2), в отличие от предшествовавшего периода 1996-2001 гг., характеризовавшегося стремительным ростом относительного йодного дефицита на фоне снижения прямого йодного дефицита.

Между тем сами изменения в структуре по многолетним данным статистически не значимы, и, таким образом, относительный дефицит

Таблица 2. Структура абсолютного йодного дефицита в Оренбургской области в разные периоды времени в%

Оцениваемые периоды	Абсолютный дефицит, в том числе	
	относительный дефицит	прямой дефицит
2002	<b>52,9</b>	<b>47,1</b>
2003	56,3	43,7
2004	51,2	48,8
2005	51,4	48,6
2006	<b>52,0</b>	<b>48,0</b>
2002-2006	52,7±1,66	47,3±1,66
1996-2001	54,4±1,66	45,6±1,66
t	0,7	0,7

Примечание: t - критерий достоверности различий в структуре абсолютного йодного дефицита в современный период по сравнению с предшествующим.

Таблица 3. Динамика абсолютного йодного дефицита в Оренбургской области по децильным группам в мкг на 1 ребенка школьного возраста в сутки

Децильная группа населения	Абсолютный дефицит	В том числе	
		относительный дефицит	прямой дефицит
1	69,7	51,0	18,7
2	66,4	45,7	20,7
3	64,8	43,0	21,8
4	61,1	37,1	24,0
5	57,1	30,5	26,6
6	57,8	31,7	26,1
7	51,6	21,7	29,9
8	49,5	18,3	31,2
9	47,4	14,9	32,5
10	42,6	7,1	35,5

остаётся преобладающим в комплексе абиотических факторов, влияющих на эпидемиологическую ситуацию по йодному дефициту.

Доказано снижение степени тяжести абсолютного йодного дефицита по мере увеличения среднедушевого дохода со средней в 1-7-й децильных группах (основная часть населения) до легкой степени в 8-10-й децильных группах (табл. 3). Структура абсолютного йодного дефицита характеризуется снижением с 73,2% в первой децильной группе до 16,7% в десятой относительного йодного дефицита при одновременном росте с 26,8% в первой децильной группе до 83,3% в десятой прямого йодного дефицита. Особенно значительные различия в 7,2 раза по относительному и 1,9 раза по прямому йодному дефициту выявлены в контрастных децильных группах, что необходимо учитывать при выработке механизмов коррекции эпидемиологической ситуации на основе адресного экологически обоснованного дозового подхода.

Самые высокие уровни и рост абсолютного йодного дефицита до 71,6 мкг/чел в сутки выявлены в семьях с детьми до 16 лет, которые обусловлены доминированием в структуре и ростом удельного веса с 60,7 до 75,4% относительного йодного дефицита в структуре абсолютного. Наличие даже одного ребенка в семье формирует йодный дефицит средней степени тяжести, при наличии же трех и более детей формируется йодный дефицит, близкий к тяжелой степени по критериям ВОЗ.

В современных условиях в сельской местности абсолютный йодный дефицит характеризуется тенденцией к росту с 54,7 мкг/чел в сутки в 2002 г. до 58,9 мкг/чел в сутки в 2006 г. Выявлены принципиальные отличия в его структуре в виде снижения с 55,7 до 48,3% в городской местности относительного йодного дефицита и доминирования с 2004 г. в структуре прямого йодного дефицита, в то время как в сельской местности, наоборот, выявлен рост относительного дефицита с 48,8 в 2002 г. до 56,9% в 2006 г. и его доминирование в структуре.

Приоритетность причинных абиотических факторов в формировании йодного дефицита в городской и сельской местности принципиально различна, что подтверждается и сравнительной оценкой по среднемноголетним данным, свидетельствующим о более высокой значимости относительного дефицита в сельской мест-

ности 64% по сравнению с городской 58,8% и прямого дефицита в городской 41,2% по сравнению с сельской 36,0%.

Таким образом, в современных условиях по приоритетности в формировании йодного дефицита в Оренбургской области на первом месте – неблагоприятные экологические условия местности, обуславливающие низкое содержание йода в пищевых продуктах, – 47,3%, на втором – неблагоприятные социально-экономические условия, опосредующие недостаточное потребление основных продуктов питания – источников йода, – 34,3%, на третьем недостаточное потребление морепродуктов – 18,4%. Проведенный анализ позволяет сделать важный вывод, что механизмы устойчивого развития общества должны базироваться на экологическом системном подходе с учетом всего комплекса абиотических причинных факторов.

Вместе с тем проведенное изучение долевого вклада абиотических факторов в формирование йодного дефицита не позволяет оценить степень его тяжести, другие количественные и качественные параметры в отдельных городах и сельских территориях области.

Именно поэтому важным этапом в интегральной оценке влияния комплекса факторов окружающей среды на эпидемиологическую ситуацию по йодному дефициту является изучение динамики, структуры и пространственных характеристик биологического ответа популяции на йодный дефицит по прямому экологическому биомаркеру йодного дефицита, рекомендованному экспертами ФАО-ВОЗ [5], уровню и частотным характеристикам неонатального ТТГ в крови новорожденных, наиболее репрезентативно представленным в Оренбургской области. В связи с тем, что схема таких расчетов отсутствует, разработан алгоритм анализа экологических биомаркеров йодного дефицита, что позволило завершить формирование единой методической схемы популяционной экологической оценки на региональном и муниципальном уровне и оптимизировать региональную систему коррекции эпидемиологической ситуации по йодному дефициту. Для обеспечения комплексного системного подхода в реализации механизмов устойчивого развития экосистемы и уменьшения негативного влияния йодного дефицита на ее функционирование разработана экологически детерминированная ре-

гиональная модель коррекции эпидемиологической ситуации, включающая дифференцированный мониторинг экологических биомаркеров йодного дефицита на 5 последовательных этапах ее реализации, позволяющая достоверно идентифицировать влияние антропогенных и местных условий, не выявляемых при использовании традиционных методических подходов.

Внедрение экологической системной модели коррекции эпидемиологической ситуации позволило в течение трех лет ликвидировать йодную недостаточность у населения наиболее антропогенно загрязненных городов Оренбургской области при снижении частотной характеристики неонатального ТТГ ( $>5$  МЕ/л) в крови новорожденных в г. Новотроицке с  $56,7 \pm 3,71$  до  $3,61 \pm 0,62\%$  ( $c < 0,001$ ), в г. Орске с  $31,3 \pm 2,32$  до  $1,6 \pm 0,24\%$  ( $c < 0,001$ ), в г. Сорочинске и Сорочинском районе с  $45,9 \pm 7,3$  до  $2,3 \pm 0,93\%$  ( $c < 0,001$ ), в г. Кувандыке с  $34,2 \pm 2,5$  до  $2,1 \pm 0,96$  ( $c < 0,001$ ) и верифицировать ликвидацию йодной недостаточности у населения Оренбургской области по международному критерию оценки ( $< 3,0\%$ ) частотной характеристике неонатального ТТГ ( $> 5$  МЕ/л)  $2,84 \pm 0,16\%$ .

Доказано, что долевым вкладом популяционных стратегий в ликвидацию йодного дефицита составил: потребление йодированной соли – 99,3%; на потребление йодированного хлеба и хлебобулочных изделий приходится 0,5%; на все остальные стратегии профилактики – 0,2%.

Биологический ответ популяции на йодный дефицит в современных условиях характеризуется противоречивыми тенденциями в динамике, структуре, пространственных и биологических характеристиках экологических биомаркеров и условно может быть разделен на два этапа: 2002-2003 гг. – позитивная тенденция с ликвидацией йодной недостаточности у населения в 2003 г.; 2004-2007 гг. – доминирование негативной тенденции в виде роста йодной недостаточности с  $3,80 \pm 0,10\%$  в 2002-2003 гг. до  $4,95 \pm 0,11$  в 2004-2005 гг. и  $9,55 \pm 0,16\%$  в 2006-2007 гг., хотя в целом уровень 2002-2006 гг. ( $6,33 \pm 0,07\%$ ) существенно ниже ( $c < 0,001$ ) уровня 1998-2001 ( $17,82 \pm 0,19\%$ ).

Ухудшение эпидемиологической ситуации может быть следствием выявленных негативных тенденций в виде роста абсолютного йодного дефицита в сельской местности, среди социально незащищенных групп насе-

ления и в семьях с детьми и согласуется с ними по времени.

Еще более тревожна выявленная тенденция к росту частотных характеристик в диапазоне  $> 50$  МЕ/л с  $0,030 \pm 0,009\%$  в 1998-2001 гг. до  $0,040 \pm 0,0001\%$  в 2002-2007 гг. Самые высокие уровни тироксинемии  $> 50$  МЕ/л с момента возобновления йодной профилактики выявлены в 2006-2007 гг. ( $0,046\%$ ).

Учитывая, что оба сравниваемых периода характеризуются наличием массовой йодной профилактики, представляется очевидным, что на этом фоне рост грубых, запущенных форм йодной недостаточности возможен только в группах малообеспеченных и семьях с детьми, прежде всего в сельской местности, что согласуется с выявленной средней степенью йодного дефицита в этих группах, близкой к тяжелой по критериям, рекомендованным ВОЗ. Таким образом, изучение частотной характеристики неонатального ТТГ  $> 50$  МЕ/л является важной дополнительной биологической характеристикой эпидемиологической ситуации, согласующейся как с эпидемиологическим критерием  $> 5$  МЕ/л, так и с динамикой абсолютного йодного дефицита в изученных целевых группах населения.

Выявленная закономерность в виде нарастания кратности различия частотной характеристики неонатального ТТГ  $> 20$  МЕ/л между городской и сельской местностью по мере ухудшения эпидемиологической ситуации с 2005 по 2007 г. с 1,5 до 8 раз ( $c < 0,001$ ), а также диаметрально противоположный характер тенденции в формировании йодной недостаточности в городской (снижение) и сельской (рост) местности в этот период согласуются с общими закономерностями в других экологически значимых диапазонах концентраций ТТГ и с динамикой абсолютного йодного дефицита. Таким образом, общая тенденция высокой тироксинемии формируется за счет преобладания городского населения в общей численности населения области. Это подтверждает важность изучения структуры биологического ответа популяции для получения наиболее достоверных и практически значимых результатов с целью обоснования адресных, экологически обоснованных мероприятий по коррекции эпидемиологической ситуации.

Установлено, что высокая тироксинемия у девочек регистрируется значительно чаще, чем у мальчиков ( $c < 0,001$ ), относительный риск высо-

кой тироксинемии у девочек по сравнению с мальчиками возрос по мере ухудшения эпидемиологической ситуации с 5,8 в 2001-2004 гг. до 6,8 в 2005-2007 гг., что диктует целесообразность внесения соответствующих дополнений в отчетность на федеральный уровень и разработки приемов донозологической диагностики йодной недостаточности у беременных и целенаправленной коррекции после установления пола будущего ребенка.

К важным методологическим аспектам биологического ответа популяции на йодный дефицит являются вопросы регионального нормирования и критериальных оценок на основе данных биомониторинга.

Проведенный ретроспективный анализ йодной недостаточности в многолетней динамике в разрезе административных территорий области, результаты анализа тенденций в формировании биологического ответа популяции, а также динамики йодной недостаточности по интегральным критериям ВОЗ выявили существенные различия в формировании биологического ответа по отдельным территориям, как по уровням, так и в динамике, причем максимальные уровни во времени не всегда совпадают с региональными закономерностями, что, с одной стороны, согласуется с выводами о многофакторности причин йодного дефицита, с другой стороны, позволяет предложить новый подход к оценке максимальных уровней йодной недостаточности за все время регистрации этих множественных влияний (табл. 4).

Принципиально важно, что региональный критерий  $44,4 \pm 0,65\%$ , рассчитанный на основе максимальных уровней, достоверно превышает уровень  $33,9 \pm 0,71\%$ , рассчитанный в период отсутствия йодной профилактики.

Проведенное картографирование территории по результатам экологической оценки интегрального влияния факторов среды подтверждает существенные различия по сравнению с традиционным подходом.

Выявленные негативные тенденции в развитии эпидемиологической ситуации и невозможность возврата к оправдавшим себя на практике технологиям популяционной коррекции на фоне прошедшей административной реформы диктуют необходимость выработки принципиально новых механизмов, базирующихся на фундаментальных биологических закономерностях, а именно приемов и методов донозологической экологической диагностики йодной недостаточ-

ности у отдельного человека, открывающих перспективы их практического использования с высокой эффективностью в различных сферах практического здравоохранения, государственного управления и прикладных научных направлениях. В современных условиях методические приемы донозологической диагностики, основанные на синдромном подходе при воздействии на человека ксенобиотиков – веществ с системной токсичностью, не приемлемы для донозологической диагностики йодного дефицита, в связи с принципиально иным параболическим характером дозоответной реакции организма на недостаточное потребление йода, с одной стороны, и избыточное – с другой.

В этих условиях для решения задач донозологической диагностики у индивидуума принят в качестве теоретической и методической основы не синдромный, а дозовый подход.

Для реализации его на практике предложена модель йодной обеспеченности с учетом всех компонентов формирования суточной дозы с учетом как социально-экономических и экологических условий, так и потребления обогащенных йодом продуктов, биологически активных добавок к пище, йодированной соли, напитков и др. Это позволило решить задачу донозологической экологической диагностики путем расчета суточной дозы потребления йода со всеми компонентами суточного баланса с использованием расчетно-балансового метода и технологии экспрессного микроанализа определения йода в два этапа.

Первый этап предусматривает расчет суточного потребления йода на основе данных специальной анкеты с учетом лабораторных экспрессных исследований и реализуется по формуле:

$$c = a \cdot k_q \cdot k_c + a_1 + a_2 + a_3, \dots,$$

где  $c$  – суточное потребление йода;

$a$  – реальное потребление йода с пищевыми продуктами;

$a_1$  – суточное потребление йода с йодированной солью;

$a_2$  – суточное потребление йода с йодированным хлебом;

$a_3$  – суточное потребление йода с йодомарином и т. д.;

$k_q$  – поправочный коэффициент на уровень среднедушевого дохода (принадлежность к децильной группе);

$k_c$  – поправочный коэффициент на количество членов семьи.

Таблица 4. Максимальные уровни йодной недостаточности в Оренбургской области по данным биомониторинга

Административные территории	Максимальные уровни йодной недостаточности		
	%>5 МЕ/л	год регистрации	степень тяжести
Бузулук	40,3	1997	Т
Медногорск	43,4	1998	Т
Новотроицк	57,0	1998	Т
Оренбург	30,4	1997	С
Орск	31,3	1999	С
Абдулинский	46,1	1999	Т
Адамовский	62,2	1999	Т
Акбулакский	47,5	1997	Т
Александровский	57,0	1998	Т
Асекеевский	25,6	1998	С
Беляевский	39,6	1998	С
Бугурусланский	66,0	1998	Т
Гайский	46,2	1998	Т
Грачевский	67,3	1998	Т
Домбаровский	40,4	1998	Т
Илекский	38,4	1996	С
Кваркенский	48,8	1998	Т
Красногвардейский	41,9	1997	Т
Кувандыкский	34,2	1999	С
Курманаевский	64,8	1998	Т
Матвеевский	49,5	1998	Т
Новоорский	38,9	1996	С
Новосергеевский	53,1	1996	Т
Октябрьский	36,8	1996	С
Оренбургский	30,4	1997	С
Первомайский	48,1	1996	Т
Переволоцкий	35,5	1997	С
Пономаревский	46,7	1999	Т
Сакмарский	38,9	1996	С
Саракташский	36,8	1999	С
Светлинский	90,9	1999	Т
Северный	26,3	1998	С
Соль-Илецкий	70,5	1997	Т
Сорочинский	45,9	1999	Т
Ташлинский	32,3	1997	С
Тоцкий	42,4	1997	Т
Тюльганский	36,6	1996	С
Шарлыкский	48,1	1999	Т
Ясенский	37,8	1998	С
Среднеобластной	33,9	1997	С

Примечание: Л – легкая, С – средняя, Т – тяжелая.

Таблица 5. Распределение по степени тяжести йодного дефицита по результатам донозологической экологической диагностики в% 2007 г.

	Всего	Дефицит отсутствует	Риск ГТ	С йодным дефицитом			
				всего	Л	С	Т
Количество человек	630	276	165	189	51	138	–
%	100,0	43,81±1,98	<b>26,19±1,75</b>	<b>30,00±1,83</b>	8,09±1,08	21,90±1,65	–

Примечание: ГТ – риск гипертиреоза (избыточное потребление йода); Л – легкая степень дефицита йода; С – средняя степень дефицита йода; Т – тяжелая степень дефицита йода.

Второй этап: оценка йодной обеспеченности организма (постановка диагноза) реализуется с использованием дифференциально-диагностических таблиц, составленных с учетом критериев ВОЗ и отечественных нормативных документов для различных возрастных групп.

По результатам донозологической экологической диагностики (табл. 5) у 26,19±1,75% обследованных выявлена передозировка йода, 30,00±1,83% испытывает йодный дефицит.

Выявлены достоверные отличия йодной обеспеченности организма в зависимости от душевного дохода: среди наиболее обеспеченных передозировка йода встречается в 1,9 раза чаще, чем среди малообеспеченных ( $p < 0,001$ ), йодный дефицит представлен только легкой степенью тяжести (24,1±1,7% обследованных), среди малообеспеченных доминирует тяжелая степень дефицита – 17,3±1,5% обследованных, средняя – 6,0±0,9%, легкая – 6,7±1,0%.

**Список использованной литературы:**

1. Андрюков Б.Г. // Здоровье. Мед. экология. Наука. – 2003. - № 3-4. – С. 24-26.
2. Бурого В.А., Бурого Т.В. Статистические методы медико-экологического картирования. – Владивосток, 2003.
3. Кику П.Ф., Гельдер Б.И. Экологические проблемы здоровья. – Владивосток, 2004.
4. World Health Organization. Iodine and Health: Eliminating Iodine Deficiency Disorders Safely through Salt Iodization. WHO, Geneva, 1994.
5. WHO Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination, Geneva, 2001.

**Rusanov A.M., Konyukhov A.V.**

**ECOLOGICAL ASPECTS OF INTEGRAL INFLUENCE OF SURROUNDINGS ON EPIDEMIOLOGICAL SITUATION OF IODINE DEFICIT ON THE EXAMPLE OF ORENBURG REGION**

In this work the author at the first time conducts integral appraisal of surroundings factors influence on epidemiological situation of iodine deficit in agroindustrial region with using of modern calculated-balance method and data of biological monitoring and express microanalysis.

Key words: ecology, iodine deficiency

Сведения об авторах:

Русанов А.М. заведующий кафедрой общей биологии Оренбургского государственного университета, доктор биологических наук, профессор

Конюхов А.В. заведующий санитарно-гигиенической лабораторией центра содействия укреплению здоровья Оренбургского государственного университета

460018 г. Оренбург, ул. Терешковой 10/5 корп.1, каб. 13, e-mail: scuz@mail.osu.ru