© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012

УДК 614.7:632.95.025

А. А. Дударев[1], В. С. Чупахин[1], З. С. Иванова[2], Г. Б. Лебедев[3]

СПЕЦИФИКА ЭКСПОЗИЦИИ К ДИХЛОРОДИФЕНИЛТРИХЛОРЭТАНУ КОРЕННЫХ ЖИТЕЛЕЙ ПРИБРЕЖНОЙ И МАТЕРИКОВОЙ ЧУКОТКИ

[1]ФГУН СЗНЦ гигиены и общественного здоровья Роспотребнадзора, Санкт-Петербург; [2]ФГУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Чукотском автономном округе, филиал в Чукотском районе, с. Лаврентия; [3]Управление Роспотребнадзора по Чукотскому автономному округу

Уровни дихлородифенилтрихлорэтана (ДДТ) в крови коренных жителей прибрежных районов Чукотки в 1,5–2 раза превышают таковые у жителей материковых районов, что вызвано более высокой загрязненностью ДДТ глобального генеза звеньев морской пищевой цепи. Уровни 4,4 ДДЕ в крови женщин фертильного возраста в прибрежной Чукотке сопоставимы с соответствующими уровнями в других районах российской Арктики, несколько ниже, чем в Гренландии, но существенно выше, чем в Канаде, Аляске и Скандинавских странах. У прибрежных аборигенов соотношение 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в крови почти в 2 раза выше, чем у их материковых соседей, что говорит о более «давней» экспозиции к ДДТ прибрежных жителей. Отмечено примерно равнодолевое (по 70–75%) снижение 4,4ДДЕ и 4,4ДДТ в крови матерей прибрежной Чукотки через 5 лет после первого обследования при практически неизменном соотношении изомеров (12–15) и примерно равном периоде полувыведения из организма (около 3,5 года). Повышенные уровни 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в тканях морских млекопитающих в целом соответствуют более высоким значениям отношения изомеров в крови прибрежных аборигенов, а относительно низкие уровни 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в оленине, птице и рыбе предопределяют пониженные значения отношения изомеров в крови материковых жителей. Крайне низкие значения отношения изомеров ДДТ в смывах и соскобах с кухонных стен в жилищах (0,4) неоспоримо связаны с недавним применением ДДТ в качестве бытового инсектицида.

Ключевые слова: *ДДТ, соотношение 4,4ДДЕ/4,4ДДТ, экспозиция, период полувыведения, север, Арктика, Чукотка*

A. A. Dudarev, V. S. Chupakhin, Z. S. Ivanova, G. B. Lebedev – SPECIFICITY OF EXPOSURE OF THE INDIGENOUS DWELLERS OF COASTAL AND INLAND CHUKOTKA TO DICHLORODIPHENYLTRICHLOROETHANE

North-Western Research Center of Hygiene and Public Health, Russian Inspectorate for the Protection of Consumer Rights and Human Welfare, Saint Petersburg; Center of Hygiene and Epidemiology in the Chukotka Autonomous District, Branch in the Chukotka Area, Board, Russian Inspectorate for the Protection of Consumer Rights and Human Health Welfare in the Chukotka Autonomous Distract

In the indigenous dwellers of coastal Chukotka, blood DDT levels are 1.5-2 times higher than those of continental areas, which is due to the higher global DDT pollution of a sea food chain. The blood levels of 4,4-DDE in the reproductive-age women of coastal Chukotka are comparable to those in other Russian Arctic regions, slightly lower than in Greenland, but essentially higher than in Canada, Alaska and Scandinavian countries. Blood DDE/DDT ratio in the coastal indigenous dwellers is almost twice higher than that in the inland inhabitants, which is indicative of the "older" exposure of coastal people to DDT. There was an about equal (70-75%) decrease in 4,4-DDE and 4,4-DDT levels with a practically invariable ratio (12-15) and a nearly equal elimination half-life period (about 3.5 years) in the mothers of coastal Chukotka 5 years after the first examination. The elevated 4,4-DDE/4,4-DDT ratios in the tissues of sea mammals generally correspond to higher isomer ratios in the blood of coastal natives and relatively low 4,4-DDE/4,4-DDT ratios in the venison, fowl, and fish predetermine lower ratios in the blood of inland inhabitants. The extremely low of DDE/DDT ratio (0.4) in the washouts and scrapes from the kitchen walls of dwellings are conclusively associated with the recent application of DDT as a household insecticide.

Keywords: *DDT, 4,4-DDE/4,4-DDT ratio, exposure, elimination half-life, north, Arctic, Chukotka*

Из всех синтезированных человеком веществ дихлородифенилтрихлорэтан (ДДТ) является рекордсменом как по объему приносимой человечеству пользы, так и по величине создаваемых проблем и угроз. Имея ряд общепризнанных заслуг мирового масштаба (сотни миллионов жизней, спасенных от малярии, лейшманиоза, тифа; колоссальное повышение урожайности сельскохозяйственных культур за счет исключительных инсектицидных свойств и как следствие сокращение числа голодающих в бедных странах), ДДТ также стал символом экологического неблагополучия и глобальной угрозы ксенобиотиков для биосферы.

Применение ДДТ в качестве пестицида было запрещено в середине 1970-х годов в большинстве развитых стран в основном по экологическим соображениям. При этом многие страны Африки, юго-восточной Азии и Латинской Америки продолжали и продолжают использовать ДДТ в сельскохозяйственных целях и для борьбы с распространением малярии. В 2006 г. Всемирная организация здравоохранения [15] в рамках Стокгольмской конвенции вновь признала целесообразность применения ДДТ (распыление в жилищах) для контроля малярии, так как резкий подъем заболеваемости в некоторых странах приводит к многомиллионным жертвам. Сегодня 14 стран официально снова применяют ДДТ, а многие готовятся к введению разрешения на применение [14].

С воздушными потоками, речными и морскими течениями ДДТ попадает в Арктику, где за счет биоаккумуляции и биомагнификации в звеньях пищевых цепей поступает в организм коренных жителей, использующих в пищу местные продукты [5–7]. Помимо глобальных источников ДДТ на севере России, следует иметь в виду широко распространенную вплоть до 1990-х годов практику (публично не афишируемую) использо-

Дударев А.А. - д-р мед. наук,рук. отд. гигиены (alexey.d@inbox.ru); *Чупахин В.С.* - аспирант отд. гигиены (valeriy.chupakhin@gmail.com); *Иванова З.С.* - зав. сан.-эпид.отд.; Лебедев Г.Б. - гл. гос. сан. врач по ЧАО.

Таблица 1

Соотношение 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в крови коренного населения Чукотки

Показатель	Прибрежные районы	Материковые районы	с. Уэлен (прибрежное)	с. Канчалан (материковое)	с. Уэлен (прибрежное)	с. Канчалан (материковое)	с. Уэлен (прибрежное)	с. Канчалан (материковое)	с. Уэлен (прибрежное)	с. Канчалан (материковое)
	родильницы		женщины до 45 лет		женщины всех возрастов		мужчины всех возрастов		совокупное население	
Число обследованных	68	58	19	21	26	28	24	14	50	42
Среднее арифметическое	12,84	7,70	20,59	11,28	18,51	11,09	18,81	12,66	18,65	11,61
Стандартное отклонение	10,79	4,19	29,12	4,93	25,19	4,74	7,82	4,05	18,77	4,53
Среднее геометрическое	10,30	6,78	14,67	10,31	13,69	10,14	17,57	12,13	15,43	10,77
Минимальный	1,59	0,73	6,68	2,84	4,31	2,84	10,90	8,40	4,31	2,84
Максимальный	76,83	25,85	138,5	26,78	138,5	26,78	44,88	20,94	138,5	26,78

вания ДДТ для борьбы с оводом в оленеводстве, когда целые стада оленей прогоняли через ямы, наполненные ДДТ, – отложенные оводом под кожу оленя личинки погибали при такой обработке шкуры. Бытовые источники ДДТ, в том числе средства борьбы с насекомыми, обсуждались в предыдущих публикациях [1, 2, 9, 10].

Оригинальный пестицид ДДТ представляет собой смесь шести изомеров 4,4ДДТ (> 75%), 2,4 ДДТ (~15%), 4,4ДДЕ, 2,4 ДДЕ, 4,4ДДД и 2,4ДДД. Последние четыре изомера, на которые приходится в совокупности менее 10% суммарного ДДТ в исходной технической смеси, являются также и продуктами медленного распада 4,4ДДТ во внешней среде и метаболитами 4,4ДДТ в организме животных и человека. ДДТ, ДДЕ и ДДД сохраняются в почве очень долго, потенциально сотни лет, разрушаясь в основном за счет микроорганизмов; скорость распада зависит от множества факторов – температуры, влажности, типа почвы и др. Во влажных тропиках, где активность микроорганизмов высокая, период полуразрушения во внешней среде суммарного ДДТ в среднем составляет менее года, в умеренных широтах – около 5 лет, хотя при определенных условиях (низкие температуры) может достигать 20–30 лет и более [8].

Водная среда обеспечивает наилучшие условия для биоаккумуляции стойких поллютантов. Гидробионты накапливают ДДТ в концентрациях, на несколько порядков превышающих его содержание в воде. Фактор биоаккумуляции ДДТ в организме рыб составляет 127 000 [4], а в высших звеньях морских пищевых цепей, особенно в жировой ткани крупных морских млекопитающих, данный фактор достигает миллионов и более.

Экскреция группы ДДТ из организма человека осуществляется в основном с мочой, а также с фекалиями (билиарный путь) и с грудным молоком [8], при этом механизмы экскреции до конца неясны. Установлено, что метаболизм ДДТ определяется также участием печеночного цитохрома P_{450}, показано ускоренное выведение из организма повышенных концентраций ДДТ при заметном снижении скорости элиминации при пониженных дозах. Отмечена значительная индивидуальная вариабельность процессов экскреции, во многом зависимая от эффективности накопления-выведения поллютантов из жировых депо [11]. Скорость выведения ДДТ и его метаболитов из организма человека убывает в ряду ДДЕ – ДДТ – ДДД, соответственно обнаружение в крови повышенных концентраций ДДТ или ДДД свидетельствует о «свежей» экспозиции [12].

В организме человека ДДТ трансформируется сначала в первичный метаболит дихлородифенилдихлорэтан (ДДД), быстро деградирующий до кислоты, легко выводимой с мочой, и гораздо более медленно – в ДДЕ. Дихлородифенилдихлороэтилен (4,4ДДЕ) – наиболее стойкий метаболит ДДТ, поступающий в организм в основном с пищевыми продуктами и являющийся главным компонентом экспозиции к группе ДДТ общего населения планеты; доля 4,4ДДЕ от суммарного ДДТ в крови человека до 80–95%. Лица, профессионально контактирующие с ДДТ, характеризуются совсем иным паттерном экспозиции с доминированием в крови исходного 4,4ДДТ как основы технической смеси.

Биологический период полувыведения ДДТ из организма человека сильно варьируется в литературе, в том числе при различиях в подходах к оценкам. В условиях эксперимента, когда изучается кинетика разовых доз при исключении текущей экспозиции, показатели, как правило, значительно разнятся с оценками, проводимыми на популяционном уровне в эпидемиологических исследованиях. Недавнее обобщение накопленных данных с учетом кинетических параметров элиминации ДДТ из организма на фоне трендов поступления ДДТ в организм (до последнего времени была очевидна глобальная тенденция к снижению) показали, что для популяций средний период полувыведения 4,4ДДТ из организма составляет около 2 лет, а 4,4ДДЕ – 6–8 лет [13].

В практике эпидемиологии окружающей среды для оценки степени давности поступления в организм ДДТ обычно используется соотношение 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в крови, грудном молоке; чем выше этот показатель, тем ниже концентрация исходного 4,4ДДТ и тем дольше длится экспозиция [5–7].

При этом сегодня нет надежных данных, позволяющих соотнести уровни ДДЕ и ДДТ в организме человека с экспозицией к определенным уровням загрязнения объектов среды обитания (например, продуктов питания) в силу сложности оценки происходящих процессов.

Цели и задачи исследования: оценка и сопоставление уровней ДДТ и его метаболитов в крови коренных жителей прибрежной и материковой Чукотки; оценка возможного изменения соотношения 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в крови аборигенов через 5 лет после первого обследова-

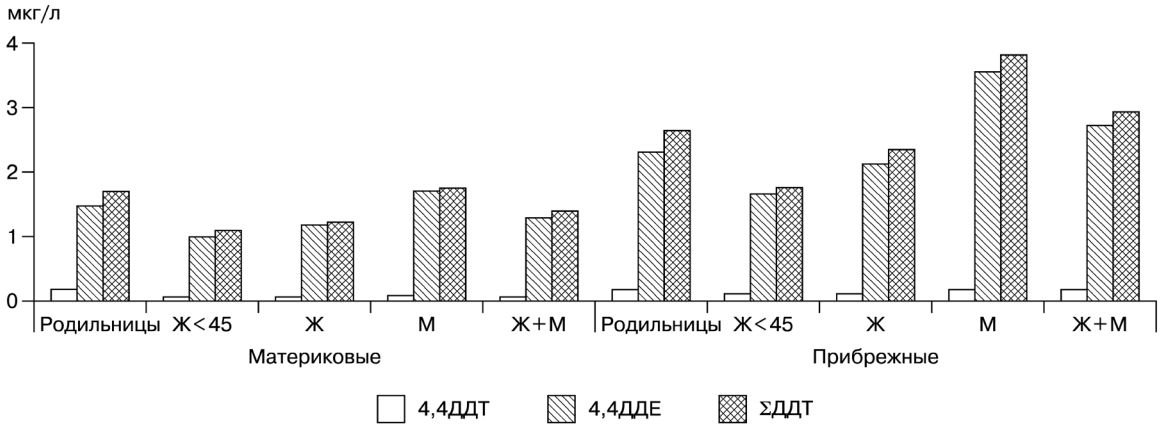

Рис.1. Сумма ДДТ, 4,4ДДЕ и 4,4ДДТ в крови коренного населения Чукотки (2001–2002), среднегеометрические значения.
Ж < 45 – женщины моложе 45 лет; Ж – женщины всех возрастов; М – мужчины всех возрастов; М + Ж – мужчины и женщины всех возрастов; ∑ – сумма. По оси ординат – содержание изомеров ДДТ в плазме крови (в мкг на 1 л плазмы).

ния и оценка биологического периода полувыведения изомеров; сравнение соотношения 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в звеньях морской и наземной пищевых цепей; выявление основных продуктов питания, формирующих экспозицию к ДДТ прибрежных и материковых коренных жителей. Такой комплекс исследовательских задач решается впервые.

Материалы и методы

Методики отбора и анализа проб продуктов питания, объектов среды для оценки глобальных, локальных и бытовых источников ДДТ подробно описаны в более ранних наших публикациях [1, 2]. Анкетирование и отбор проб крови у взрослого населения обоих полов проводились в с. Канчалан (материковый Анадырский район) и в с. Уэлен (прибрежный Чукотский район), а также у беременных (родильниц) коренных национальностей, поступивших в 2001–2002 гг. из разных прибрежных и материковых районов ЧАО в родильные отделения больниц с. Лаврентия, п. Угольные Копи и г. Анадырь. 218 коренных жителей (включая 126 родильниц) прошли анкетирование и отбор крови. Из 126 обследованных беременных 39 проживали в прибрежных районах и 87 – в материковых. Из 92 обследованных жителей поселков 50 проживали в Уэлене (24 мужчины и 26 женщин) и 42 – в Канчалане (14 мужчин и 28 женщин). В этническом составе обследованных когорт как прибрежных, так и материковых районов преобладали чукчи (78–92%), доля эскимосов в прибрежных районах не превышала 15%, другие этносы (коряки, юкагиры, эвенки, чуванцы) составляли от 1 до 10%.

Отдельно изучалась когорта 17 матерей и их детей из сел Лаврентия и Лорино (прибрежная Чукотка), обследованных дважды в 2001–2002 и 2007 гг.; содержание ДДТ в крови оценивалось в динамике: родильница → мать и плод → ребенок. Описание данной когорты, а также используемые методики отбора и анализа проб крови подробно описаны в недавней нашей публикации [3].

Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием общепринятых методов вариационной статистики. Различия сравниваемых совокупностей считались достоверными при $p < 0,05$. Расчеты производились на персональном компьютере с применением программ Excel 2003 и SPSS v11.

Результаты и обсуждение

Содержание ДДТ в крови коренных жителей Чукотки. Средние уровни суммарного ДДТ (рис. 1) в крови коренных жителей прибрежных районов существенно (в 1,5–2 раза) превышают таковые у жителей материковых районов, что вызвано более высокой загрязненностью ДДТ глобального генеза звеньев морской пищевой цепи [1]. Среди мужчин данный показатель наиболее высок – в прибрежных районах средние уровни ДДТ у мужчин составляют 4 мкг на 1 л плазмы при максимуме 9 мкг на 1 л плазмы. При этом различия между мужчинами, женщинами и родильницами незначительны. Интересен факт присутствия более высоких уровней ДДТ в крови родильниц обоих районов (максимальные уровни достигают 7–8 мкг/л), чем женщин репродуктивного возраста и женщин всех возрастов. Это может быть вызвано дополнительной экспозицией беременных к ДДТ-содержащим бытовым инсектицидам (как правило, китайского производства), применяемым для борьбы с тараканами [1, 2], в том числе в родильных отделениях Чукотки, где беременные (доставляемые заблаговременно из отдаленных сел) зачастую проводят по несколько месяцев до родов.

4,4ДДЕ как наиболее стойкий метаболит составляет основную часть суммарного ДДТ (см. рис. 1), процент 4,4ДДТ незначителен (10–12).

Рис. 2 наглядно демонстрирует, что уровни 4,4ДДЕ в крови женщин фертильного возраста в прибрежной Чукотке сопоставимы с соответствующими уровнями в других районах российской Арктики, несколько ниже, чем в Гренландии, но существенно выше, чем в Канаде, по Аляске и в скандинавских странах.

В табл. 1 представлены данные по соотношению концентраций 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в крови обследованных жителей.

Несмотря на существенный разброс показателей, у коренных жителей прибрежных районов среднее соотношение 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в крови почти в 2 раза выше, чем у их материковых соседей (см. табл. 1). Отношение 4,4ДДЕ/4,4ДДТ, в среднем составляющее 11–12 для материковых регионов, свидетельствует о наличии существенной доли относительно «свежей подпитки» загрязнения (10–15% 4,4ДДТ), а отношение 18–19 в прибрежных районах – о большем сроке давности основной «полученной дозы» (лишь 4–6% свежего

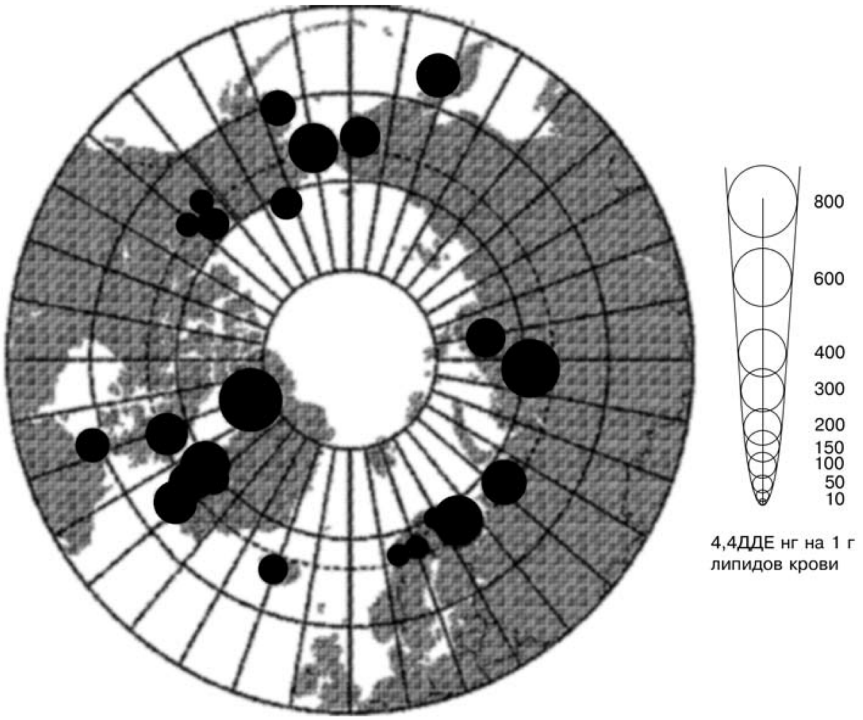

Рис. 2. Уровни 4,4ДДЕ в крови женщин фертильного возраста (коренные этносы) Арктики циркумполярно (2001–2002) (АМАП, 2009 [7]).

Фон – географическая карта Арктической зоны планеты. Черные круги – уровни 4,4ДДЕ в крови женщин разных стран (в нг на 1 г липидов крови)..

4,4ДДТ). Т. е. жители прибрежных районов подвержены более «давнему» (почти двукратно) воздействию ДДТ, чем материковые жители. Очевидно, что ДДТ морских пищевых цепей имеет более «давнее» глобальное происхождение, чем ДДТ наземных цепей.

Следует отметить, что средний показатель у мужчин и женщин мало различается; у родильниц же он существенно ниже. Минимальные величины соотношений 4,3–2,8 у женщин и 1,5–0,7 у родильниц напрямую подтверждают факт недавнего поступления ДДТ в организм, по-видимому, связанный с непосредственным контактом с ДДТ. Женщины проводят много времени на кухнях, что и обусловливает их более продолжительный контакт с инсектицидами, как правило, применяемыми в местах приготовления пищи. Сыпучие, аэрозольные, в виде мелков и паст средства борьбы с насекомыми на Чукотке бесконтрольно наносятся на кухонные стены, столы, поверхности для разделки и приготовления пищи, стенки шкафов и кладовок для хранения продуктов [1, 2, 9, 10].

Пятилетняя динамика содержания ДДТ в крови коренных жителей прибрежной Чукотки. Анализ 5-летней динамики уровней изомеров ДДТ в пробах крови родильницы-матери [3] показал примерно равнодолевое (по 70–75%) снижение 4,4ДДЕ и 4,4ДДТ при практически неизменном их соотношении (средняя величина 4,4ДДЕ/4,4ДДТ сохранилась на уровне 12–15). Полученные результаты свидетельствуют о том, что в данной популяции (молодые многодетные «перманентно кормящие грудью» матери прибрежной Чукотки) в 2001–2007 гг. средний период полувыведения из организма как 4,4ДДТ, так и 4,4ДДЕ оказался примерно равным, составив около 3,5 года. Оценивая данный факт в контексте результатов зарубежных исследований [13], надо иметь в виду специфику и сложность анализируемых процессов в условиях прибрежной арктической Чукотки. Скорость выведения-накопления двух основных изомеров ДДТ следует рассматривать с учетом особенностей питания в данном конкретном регионе севера (преобладание в рационе морских млекопитающих), с учетом уникальности белково-жирового типа обмена веществ, сформировавшегося у палеоазиатских аборигенов в условиях экстремального климата, а также изменением пищевого рациона беременных за счет частого и длительного их пребывания в родильных домах (в силу высокой фертильности), где основой питания служат привозные продукты [3]. Также необходимо отметить численную ограниченность выборки, в силу чего было нецелесообразно проводить стандартизацию по возрасту, индексу массы тела, фертильности, лактации и т. д. Тем не менее наблюдаемый баланс 4,4ДДТ и 4,4ДДЕ (с периодом полувыведения 3,5 года) позволяет в первом приближении охарактеризовать исследуемую когорту.

Оценка отношения 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в продуктах питания и дополнительных источниках экспозиции. Отношение 4,4ДДЕ/4,4ДДТ было проанализировано в продуктах питания жителей прибрежных и материковых районов, а также в смывах и соскобах со стен на кухнях в жилищах аборигенов Чукотки.

Данные табл. 2 демонстрируют, что величины отношения 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в свежих продуктах питания значительно различаются. В тканях морских млекопитающих относительно высокие величины показателя обнаружены в мясе кита (до 16), мясе нерпы (до 27), жире лахтака (до 65), что должно свидетельствовать о незначительности свежего загрязнения. При этом низкие величины показателя отмечаются в мясе и жире моржа и мясе лахтака, что, видимо, определяется особенностями питания (лахтак и морж питаются беспозвоночными бентоса, кит – крилем, нерпа – рыбой), накопления-выведения поллютантов из жировых депо и метаболизма ДДТ (пока слабо изученного) в организме этих крупных морских животных с толстым слоем

Таблица 2

Отношение 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в продуктах питания и бытовых субстратах прибрежной и материковой Чукотки *(M ± σ)*

Субстрат	Прибрежные районы		Материковые районы	
	n	4,4ДДЕ/4,4ДДТ	*n*	4,4ДДЕ/4,4ДДТ
Мясо оленя	10	1,5 ± 0,05	10	1,41 ± 0,67
Мясо утки	20	2,88 ± 2,02	10	4,59 ± 2,92
Рыба проходная	47	2,56 ± 1,87	29	1,61 ± 0,75
Рыба пресноводная	–	–	21	0,85 ± 0,30
Мясо нерпы	21	15,57 ± 6,98	–	–
Мясо лахтак	3	4,38 ± 1,87	–	–
Мясо моржа	22	1,06 ± 0,35	–	–
Мясо кита	7	8,37 ± 5,16	–	–
Жир нерпы	21	7,46 ± 3,17	–	–
Жир лахтак	3	47,59 ± 15,82	–	–
Жир моржа	22	4,32 ± 4,53	–	–
Жир кита	7	8,96 ± 2,03	–	–
Смывы со стен	11	0,41 ± 0,69	–	–
Соскобы со стен	4	0,41 ± 0,26	–	–

Примечание. *M* – среднее арифметическое; *σ* – стандартное отклонение.

подкожного жира. Рыба (как проходная, так и пресноводная), птица и оленина характеризуются низкими величинами отношения изомеров ДДТ, что может быть связано с более «свежей» экспозицией.

Особый интерес представляет искомое отношение в смывах и соскобах с кухонных стен в жилищах – величина 0,4 наверняка связана с недавним применением ДДТ в качестве бытового инсектицида. Данный факт неоспоримо важен в осмыслении путей дополнительной (помимо глобальных источников) свежей экспозиции к ДДТ аборигенов Чукотки.

Сопоставление величин отношений 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в продуктах питания и крови аборигенов позволяет заключить, что более высокие значения отношений в тканях морских млекопитающих обусловливают более высокие величины в крови прибрежных аборигенов, а относительно низкие в оленине, птице и рыбе предопределяют пониженные показатели в крови материковых жителей. При этом в местных продуктах питания в материковых районах величины 4,4ДДЕ/4,4ДДТ находятся в диапазоне 1–4,5, что существенно ниже средних значений соотношений изомеров в крови материковых аборигенов (~11), что предполагает наличие значимых дополнительных источников экспозиции к ДДТ более «давнего» происхождения, чем исследованные продукты. Бытовые инсектициды, применяемые в жилищах, не могут быть причислены к таким источникам, так как выявленные в них значения отношений изомеров крайне низкие, свидетельствующие о применении «свежего» ДДТ.

Заключение

Проведена оценка уровней экспозиции к ДДТ (и соотношение 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в крови) коренных жителей прибрежной и материковой Чукотки. Средние уровни суммарного ДДТ в крови коренных жителей прибрежных районов существенно (в 1,5–2 раза) превышают таковые у жителей материковых районов, что вызвано более высокой загрязненностью ДДТ глобального генеза звеньев морской пищевой цепи. Среди мужчин данный показатель наиболее высок (до 9 мкг на 1 л плазмы). Уровни 4,4ДДЕ в крови женщин фертильного возраста в прибрежной Чукотке сопоставимы с соответствующими уровнями в других районах российской Арктики, несколько ниже, чем в Гренландии, но существенно выше, чем в Канаде, Аляске и скандинавских странах.

У коренных жителей прибрежных районов среднее соотношение 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в крови почти в 2 раза выше, чем у их материковых соседей, т. е. прибрежные аборигены подвержены более «давней» (почти двукратно) экспозиции к ДДТ, чем материковые жители. Очень низкие величины соотношений изомеров ДДТ у женщин обоих районов (до 1,5–0,7) подтверждают факт недавнего поступления ДДТ в организм, по-видимому, связанный с непосредственным контактом с ДДТ (бытовые инсектициды).

Анализ 5-летней динамики уровней изомеров ДДТ в пробах крови матерей-чукчанок показал примерно равнодолевое (по 70–75%) снижение 4,4ДДЕ и 4,4ДДТ при практически неизменном балансе 4,4ДДЕ/4,4ДДТ. Для данной когорты из 17 женщин средний период полувыведения из организма как 4,4ДДТ, так и 4,4ДДЕ оказался примерно равным, составив около 3,5 года. Полученный результат следует рассматривать как ориентировочный в контексте сохраняющихся неопределенностей в понимании процессов выведения-накопления ДДТ в изученной популяции и с учетом недостаточного объема статистической совокупности. Однако полученные результаты позволяют ориентироваться на них при оценках трендов экспозиции к ДДТ и расчетах рисков для здоровья матерей и детей.

Величины отношения 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в тканях морских млекопитающих достаточно высоки, что свидетельствует о незначительности свежего загрязнения. Рыба, птица и оленина характеризуются низкими величинами отношения изомеров ДДТ, что может быть связано с более «свежей» экспозицией. Крайне низкие значения отношения изомеров ДДТ в смывах и соскобах с кухонных стен в жилищах (0,4) неоспоримо связаны с недавним применением ДДТ в качестве бытового инсектицида.

Повышенные уровни 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в тканях морских млекопитающих в целом соответствуют более высоким значениям отношения изомеров в крови прибрежных аборигенов, а относительно низкие уровни 4,4ДДЕ/4,4ДДТ в оленине, птице и рыбе предопределяют пониженные значения отношения изомеров в крови материковых жителей.

Литература

1. *Дударев А. А.* // Биосфера. – 2009. – № 2. – С. 186–202.
2. *Дударев А. А., Мизернюк В. Н., Чупахин В. С.* и др. // Гиг. и сан. – 2010. – № 2. – С. 28–35.
3. *Дударев А. А., Чупахин В. С., Иванова З. С., Лебедев Г. Б.* // Гиг. и сан. – 2011. – № 4. – С. 26–30.
4. *Куценко С. А.* Основы токсикологии. СПб., 2002.
5. AMAP, 1998. AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). – Oslo, Norway, 1998.
6. AMAP, 2003. AMAP Assessment 2002: Human Health in the

Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). – Oslo, Norway, 2002.
7. AMAP, 2009. AMAP Assessment 2009: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). – Oslo, Norway, 2009.
8. ATSDR, 2002. Toxicological profile for DDT, DDE, and DDD. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – 2002.
9. *Dudarev A.* // «Persistant toxic substances (PTS) sources and pathways» in the AMAP 2004: Persistent Toxic Substances, Food Security and Indigenous Peoples of the Russian North. Final Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). – Oslo, Norway, 2004. – P. 78–80.
10. *Dudarev A., Chashchin V.* PTS contamination of indigenous residencies and domestic food // Chapter 6 in the AMAP 2004: Persistent Toxic Substances, Food Security and Indigenous Peoples of the Russian North. Final Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). – Oslo, Norway, 2004. P. 123–128.
11. *Hayes W. J., Laws E. R.* Handbook of pesticide toxicology. – New York, 1991.
12. *Morgan D., Roan C.* // Arch Environ. Hlth. – 1971. – Vol. 22. – P. 301.
13. *Ritter R., Scheringer M.* et al. // Environ. Hlth Perspect. – 2009. – Vol. 117, N 8. – P. 1280–1286.
14. *van den Berg H.* // Environ. Hlth Perspect. – 2009. – Vol. 117. – P. 1656–1663.
15. WHO (World Health Organization). 2006. Indoor Residual Spraying: Use of Indoor Residual Spraying for Scaling Up Global Malaria Control and Elimination: WHO Position Statement. Geneva: Global Malaria Programme, WHO, 2006.

Поступила 09.09.11

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012

УДК 614.7:577.118.08-053.2

А. В. Еремейшвили, А. Л. Фираго, Е. А. Бакаева

ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В БИОСУБСТРАТАХ ДЕТЕЙ (В ВОЗРАСТЕ 1–3 ЛЕТ) В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

ГОУ ВПО Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

Проведена сравнительная характеристика содержания цинка, меди, свинца, кадмия в волосах детей в возрасте от 1 года до 3 лет, проживающих в городах Ярославль и Котлас, а также сельских населенных пунктах Ярославской области и Республики Коми. Установлены различия в микроэлементном статусе детей, проживающих в районах с различной антропогенной нагрузкой и в различных климатогеографических условиях.

Ключевые слова: *дети, волосы, микроэлементы, антропогенная нагрузка, климатогеографические условия*

A. V. Eremeishvili, A. L. Figaro, E. A. Bakayeva – THE CONTENT OF TRACE ELEMENTS IN THE BIOSUBSTRATES OF CHILDREN AGED 1 TO 3 YEARS UNDER ANTHROPOGENIC LOAD

P. G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl

The paper comparatively characterizes the content of Zn, Cu, Pb, and Cd in the hair of children aged 1 to 3 years, who reside in Yaroslavl and Kotlas, as well as rural communities of the Yaroslavl Region and the Republic of Komi. Differences have been found in the trace element status of children living in areas with various anthropogenic load and under climatic and geographic conditions.

Key words: *children, hair, trace elements, anthropogenic load, climatic and geographic conditions*

На сегодняшний день одной из особенностей промышленных регионов является интенсивное антропогенное воздействие на окружающую среду, характеризующееся неуклонным изменением фонового содержания химических элементов [1]. Эти вещества, поступая в природную среду в неконтролируемых количествах, так или иначе, мигрируя по природным цепям, попадают в организм человека, что непосредственно сказывается на его функционировании через нарушение гомеостаза и приводит к снижению устойчивости организма к действию факторов внешней среды. Определенную роль в формировании микроэлементного дисбаланса у населения имеет природный геохимический фон, характеризующийся для большинства регионов России избыточным или недостаточным содержанием отдельных химических элементов. В связи с этим большое внимание уделяется необходимости контроля за состоянием и изменением микроэлементного статуса населения (особенно детей как наиболее чувствительной части человеческой популяции [7]) с целью прогнозирования, профилактики и коррекции выявленных дисбалансов. Значимость подобных исследований очевидна и актуальна, исследование микроэлементных дисбалансов в организме зачастую меняет представления о природе целого ряда заболеваний у человека.

Целью нашего исследования стала сравнительная характеристика микроэлементного статуса детей (на примере цинка, меди, свинца, кадмия), проживающих в районах с различной антропогенной нагрузкой (урбанизированная и сельская местности Ярославской области) и в районах с различными климатогеографическими условиями (Ярославская, Архангельская области и

Еремейшвили А. В. – канд. биол. наук, доц., декан фак. биологии и экологии (dean@bio.uniyar.ac.ru); *Фираго А. Л.* – аспирантка каф. морфологии фак. биологии и экологии (annafirago@yandex.ru); *Бакаева Е. А.* – студентка 5 курса фак. биологии и экологии