Дударев А. А., Чащин В. П. Гигиенические особенности вредного воздействия полихлорированных бифенилов на репродуктивное здоровье коренного населения в Российской Арктике//ж. «Вестник СПбГМА им. И. И. Мечникова». — 2006. № 1. С. 43—48

Гигиена окружающей и производственной среды

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ БИФЕНИЛОВ (ПХБ) НА РЕПРОДУКТИВНОЕ ЗДОРОВЬЕ КОРЕННОГО НАСЕЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

А.А. Дударев, В.П. Чащин

Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья Роспотребнадзора, Санкт-Петербург
Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. И.И. Мечникова

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) производились в 1930–1970-х годах во многих странах в качестве инсектицидов, широко использовались при производстве электрооборудования, в частности, трансформаторов и усилителей в качестве охлаждающих жидкостей, а также в качестве наполнителей для смазочных масел турбин и гидравлических систем, при производстве флуоресцентных ламп, телевизионных приемников, красителей, текстиля, бумаги, и др.

Такое широкое использование ПХБ было обусловлено их высокой термостойкостью, химической стабильностью, диэлектрическими свойствами. В 1970-е годы была установлена высокая опасность этих веществ, обусловленная способностью персистировать в окружающей среде и высокой токсичностью в малых дозах. ПХБ могут переноситься на огромные расстояния (тысячи километров) и накапливаться в Арктике. Этот эффект объясняется их физико-химическими свойствами (прежде всего, низкой растворимостью в воде и летучестью), которые способствуют их дальнему переносу атмосферными потоками, речными и океаническими течениями. Многие токсиканты, переносимые теплыми воздушными потоками из регионов низких и средних широт, осаждаются при столкновении с холодными арктическими воздушными фронтами. Полярные регионы по сути являются «холодными ловушками» для различных летучих и полулетучих соединений.

ПХБ липофильны и обладают выраженной способностью к биоаккумуляции и биомагнификации, накапливаясь в очень высоких концентрациях в организмах животных высших трофических уровней, даже когда их содержание в воздухе, почве и воде относительно низкое.

При повышенных концентрациях в крови ПХБ вызывают изменения в нейроэндокринной, иммунной системах [8]. Особенностями вредных эффектов, вызываемых ПХБ, является их способность нарушать репродуктивные функции и оказывать неблагоприятное влияние на развитие плода [4, 7]. ПХБ могут выступать в роли «гормональных имитаторов», подавляя выработку гормонов в организме и нарушая нормальное течение процессов, регулируемых эндокринными железами, таких, как сперматогенез, овуляция и половое развитие [3, 5, 6]. По причине того, что ПХБ растворимы в жире, они легко проникают через плацентарный барьер, интенсивно поступая в организм плода в период внутриутробного развития, а при грудном вскармливании их поступление в организм ребенка происходит с богатым липидами материнским молоком.

В 2001 году 92 страны мира подписали т. н. «Стокгольмскую конвенцию» – документ прямого действия, не регламентируемый национальными законами и постановлениями. Согласно Конвенции, 12 стойких органических загрязнителей (СОЗ), в т. ч. ПХБ, должны быть запрещены для использования, производство

их должно быть прекращено, а все запасы уничтожены; транспортировка этих веществ запрещена через границы стран, объединенных Конвенцией. Россия подписала Конвенцию в 2002 году, добившись срока 25 лет для замены старых силовых трансформаторов и конденсаторов, содержащих ПХБ. Конвенция вступила в силу в 2004 году, после того, как 50-ое государство (Франция) официально ее ратифицировало.

Цели и задачи исследования.

– оценить степень присутствия ПХБ в объектах внешней среды на Крайнем Севере России – в том числе уровни загрязнения жилых и общественных зданий, продуктов питания; определить возможные источники и оценит риск их вредного воздействия на организм коренных жителей (по данным биомониторинга);

– изучить возможную связь экспозиции женщин к ПХБ с неблагоприятными исходами беременностей (преждевременные роды, низкий вес новорожденных, выкидыши, мертворождения, врожденные пороки развития) и особенностями менструального статуса женщин (возраст начала месячных, продолжительность кровотечений, длительность менструального цикла, наличие спазмов и болей при месячных);

Материал и методы исследования. В проведении исследования приняли участие беременные женщины коренных национальностей, поступившие в 2001–2002 гг в родильные отделения больниц четырех районов Севера: г. Оленегорск (Мурманская область), г. Нарьян-Мар (Ненецкий автономный округ), г. Дудинка и пос. Хатанга (Таймырский автономный округ), г. Анадырь, пос. Угольные Копи и пос. Лаврентия (Чукотский автономный округ). Несколько женщин прошли обследование на Камчатке в родильном отделении областной больницы Петропавловска-Камчатского. В качестве контрольных групп аналогичные исследования выполнены с участием беременных женщин г. Норильск (Таймыр) и г. Ургенч (экологически кризисная зона Аральского моря, Узбекистан).

Полихлорированные бифенилы (ПХБ), рассматриваемые в проекте: 15 конгенеров ПХБ: # 28 (31), 52, 99, 101, 105, 118, 128, 138, 153, 156, 170, 180, 183 и 187, а также их сумма.

Определение ПХБ в пробах крови производилось в аккредитованных лабораториях России, Норвегии и Канады, имеющих сертификаты международной аккредитации.

База данных, содержащая информацию о 346 родильницах (анкетные данные, истории родов, карты новорожденных, а также персональные концентрации в крови 15 отдельных конгенеров ПХБ и их суммы), позволила проанализировать возможное влияние ПХБ на репродуктивное здоровье аборигенов Севера.

Результаты исследования.

Внешняя среда. Первые в России широкомасштабные научные исследования, проведенные с участием Северо-западного научного центра гигиены и общественного здоровья в 2001–2005 годах в Арктических районах, позволили установить, что уровни загрязнения объектов окружающей среды стойкими токсическими веществами (СТВ), в том числе ПХБ в основных районах проживания коренных народов Крайнего Севера России (Мурманская область, Ненецкий, Таймырский и Чукотский автономные округа), сопоставимы с аналогичными показателями загрязнения, выявленными в более отдаленные периоды (10–15 лет назад) в других районах Арктики (Гренландия, Канада, Аляска).

Установлено, что основными источниками поступления ПХБ в организм аборигенов Арктики является употребление в пищу загрязненной рыбы, морских животных, дичи, которые накапливают ПХБ как глобального, так и местного происхождения. При этом, анализ 656 проб местных свежих продуктов питания на содержание ПХБ показал их относительно невысокие уровни в таких широко распространенных продуктах как оленина, рыба (морская, пресноводная, проходная), птица (луговая, рыбоядная, всеядная), мяса морских млекопитающих (кит, морж, тюлень) – единицы нг/г сырого веса, птицы моллюскоядной – до 15 нг/г. Более значительные уровни ПХБ зарегистрированы в жире морских млекопитающих – 100 – 250 нг/г сырого веса, что в 10–20 раз ниже установленного гигиеническими нормами предела (2 мкг/г сырого веса). Таким образом, загрязнение ПХБ свежих традиционных продуктов питания, очевидно, не является основным источником вредного воздействия на организм человека в изученных условиях.

Вместе с тем, установлено, что во всех обследованных районах значительный вклад в формирование риска вредного воздействия на организм коренных жителей Севера вносит загрязнение внутренней среды жилых и общественных зданий (в основном, за счет неконтролируемого в прошлом использования технических жидкостей для обработки и протравливания древесины и других строительных материалов жилищ), 100% которых, по результатам специального выборочного обследования, оказались загрязненными ПХБ. Смывы с поверхностей стен на кухнях содержали ПХБ до 40 мкг/м^2, соскобы верхних слоев штукатурки – до 250 нг/г.

Проведенные целевые обследования отдельных семей коренного населения показали, что загрязненность жилищ и подсобных помещений ПХБ и другими СОЗ приводит к вторичному загрязнению пищевых продуктов. Сравнение концентраций ПХБ в пробах местных про-

дуктов питания, отобранных в домах, с концентрациями, измеренными в образцах соответствующих свежих продуктов, отобранных в природных условиях, показывает, что уровни загрязнения значительно возрастают при их хранении, обработке и приготовлении. Так, средние концентрации ПХБ в пробах обработанного мяса оленя, хранящегося в жилых помещениях, оказались в 3 раза выше, чем в пробах мяса отобранных в том же районе в природных условиях.

Проба моржового копальхена (выпотрошенная туша, подверженная естественному многомесячному аутолизу в земляной яме), отобранная на Чукотке в 2003 году, содержала ПХБ > 600 нг/г сырого веса, что в 200 раз выше аналогичного показателя для свежей моржатины. Это свидетельствует о возможности прямого попадания СОЗ в продукты питания из ям, расположенных вблизи мест хозяйственной деятельности, проживания, охоты, рыбалки аборигенов.

Для хранения воды, приготовления и хранения пищевых продуктов (засаливания рыбы и мяса, заквашивания овощей и растений, приготовления напитков) аборигены зачастую используют тару из-под химических составов или технических жидкостей. Анализ пробы слабоалкогольных напитков домашнего приготовления (браги) показал значительные уровни ПХБ (до 250 нг/л) и других СОЗ.

Человек. Географически наиболее высокие уровни суммы ПХБ и отдельных конгенеров обнаружены у женщин северо-восточной прибрежной части Чукотского автономного округа (до 11 мкг/л плазмы), что, по-видимому, обусловлено значительным потреблением жира морских млекопитающих, содержащего, в отличие от других традиционных продуктов, повышенные концентрации ПХБ.

Анализ возможных эффектов экспозиции женщин к ПХБ проводился как по отдельным конгенерам, так и по их сумме, а также по каждой из 4-х групп конгенеров, объединенных сходством химической структуры (табл. 1):

1. «низкохлорированная» группа «#28-101»;
2. диоксиноподобная группа «#105; 118; 156»;
3. группа «# 128–153»;
4. «высокохлорированная» группа «#170-187».

Концентрации отдельных конгенеров ПХБ в крови женщин, имевших НИБ, были выше таковых у женщин, беременность которых проте-

Таблица 1

Особенности химической структуры изучаемых конгенеров ПХБ

# ПХБ	Число атомов хлора	ОРТО-позиция	ПАРА – позиция	МЕТА- позиция	Планарность
# 28	3	1	2	0	планарные
# 31	3	1	1	1	
# 52	4	2	0	2	непланарные
# 99	5	2	2	1	
# 101	5	2	1	2	
# 105	5	1	2	2	диоксиноподобные; планарные
# 118					
# 128	6	2	2	2	непланарные
# 138					
# 153					
# 156	6	1	2	3	диоксиноподобные; планарные
# 170	7	2	2	3	непланарные
# 180					
# 183	7	3	2	2	непланарные
# 187					

Таблица 2

Основные исходы беременности, изучавшиеся в исследовании

	Сокращение сроков беременности (менее 37 недель)	Низкая масса тела новорожденных, (менее 2500 г)	Спонтанные аборты	Роды мертвым плодом и врожденные пороки развития	Исходы беременности без выявленной патологии	Всего исходов
n	41	22	36	16	296	346
%	11,8	6,4	10,4	4,6	85,5	100

кала без патологии, и потомство которых родилось здоровым.

Достоверные различия концентраций (в сравнении с контролем – группой, где отсутствовали неблагоприятные исходы беременности) суммы ПХБ выявлены в группе с продолжительностью беременности < 37 недель, и в группе, имевшей мертворождения и врожденные пороки развития (ВПР). В группе женщин, родивших детей с малым весом и в группе женщин, имевших выкидыши, значимых различий в сравнении с контролем по суммарному ПХБ не отмечено (рис. 1). На этом и всех последующих рисунках приведены среднегеометрические значения концентраций ПХБ.

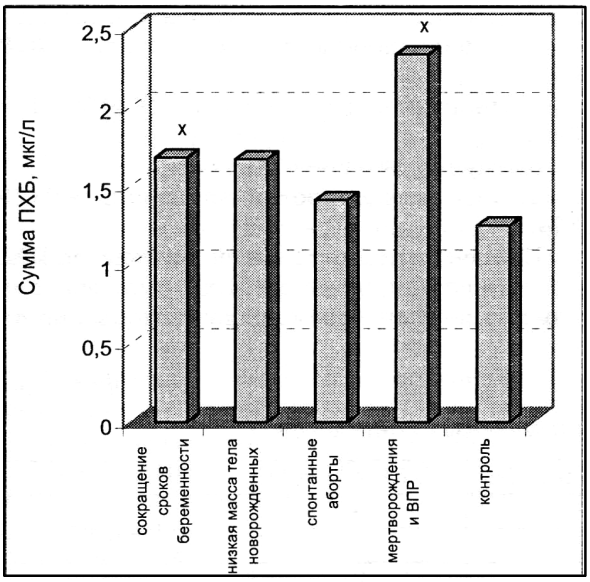

Рис. 1. Частота неблагоприятных исходов беременности при различных уровнях содержания суммы ПХБ в плазме крови у беременных женщин

x – различия с контрольной группой (без выявленной патологии) статистически существенны (p < 0,05).

Неблагоприятные исходы беременности были также проанализированы для четырех выделенных групп конгенеров (рис. 2).

Средние концентрации в крови изучаемых групп конгенеров ПХБ у женщин, у которых не было в прошлом каких-либо нарушений течения беременностей и их неблагоприятных исходов, оказалось статистически достоверно ниже уровней ПХБ, обнаруженных в крови женщин, которые имели недоношенность – для групп конгенеров: # 28–101; #105–156 и #128–153; и имевших мертворождения и ВПР – для всех 4-х групп конгенеров. Средние уровни ПХБ в крови женщин, родивших детей с малым весом и имевших спонтанные аборты, также оказались повышенными, хотя эти различия не достигали существенного уровня статистической значимости в сравниваемых группах.

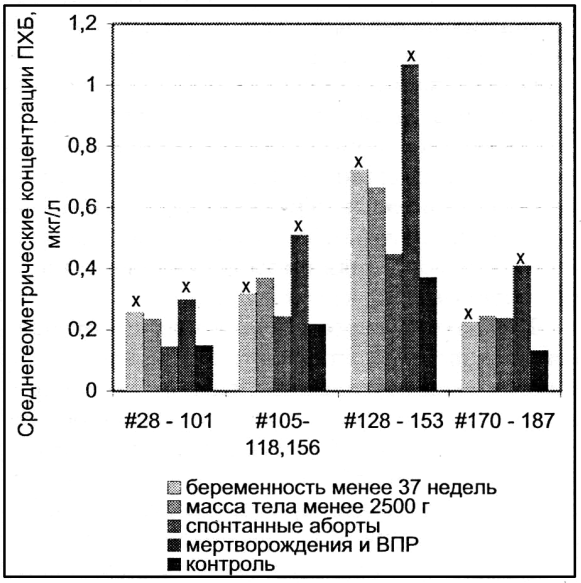

Рис. 2. Частота неблагоприятных исходов беременности при различных уровнях содержания отдельных групп конгенеров ПХБ в плазме крови у беременных женщин

x – различия с контрольной группой (без выявленной патологии) статистически существенны (p < 0,05)

Менструальный статус родильниц. Возраст начала месячных, длительность менструального цикла, продолжительность кровотечений, наличие спазмов и болей при месячных проанализированы для суммы и четырех групп конгенеров ПХБ (рис. 3–6).

Данные, представленные на диаграммах 3, 4, 5, и 6, демонстрируют, что у женщин с ранним началом месячных, с длительностью

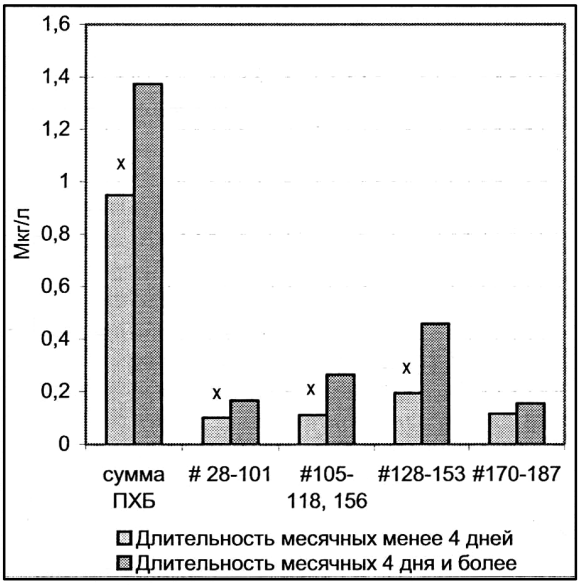

Рис. 5. Длительность месячных в зависимости от уровней содержания ПХБ в плазме крови женщин

x – различия между сравниваемыми группами статистически существенны (p < 0,05)

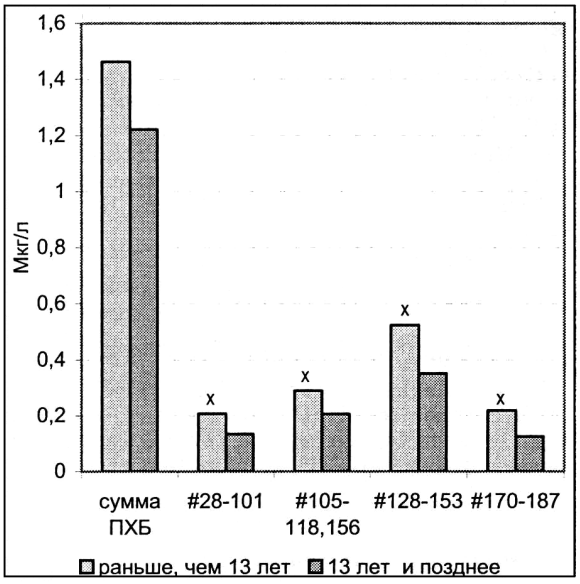

Рис. 3. Возраст начала менструаций в зависимости от уровней содержания ПХБ в плазме крови женщин

x – различия между сравниваемыми группами статистически существенны ($p < 0,05$)

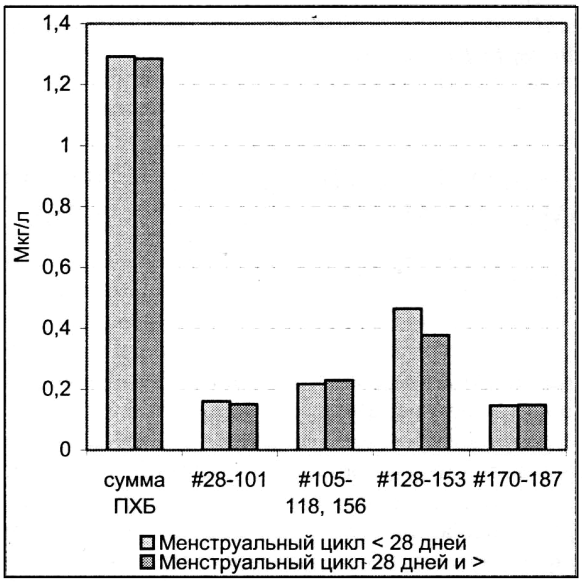

Рис. 4. Продолжительность менструального цикла в зависимости от уровней содержания ПХБ в плазме крови женщин

x – различия между сравниваемыми группами статистически существенны ($p < 0,05$)

менструаций более четырех дней, с отсутствием болей и спазмов при месячных средние уровни ПХБ в крови существенно выше, чем в группах сравнения. При этом продолжительность менструального цикла, по-видимому, не имеет тесной связи с экспозицией женщин к ПХБ.

Выводы.

1. Помимо известных источников, связанных с глобальным переносом стойких органических загрязнений, в Российской Арктике дополнительным источником экспозиции коренных жителей к этим высокотоксичным веществам является вторичное загрязнение продуктов питания в процессе их хранения, обработки и приготовления в домашних условиях из-за высоких уровней загрязненности жилищ и почвы, а также в связи с широким использованием технической тары, не предназначенной для пищевых целей.

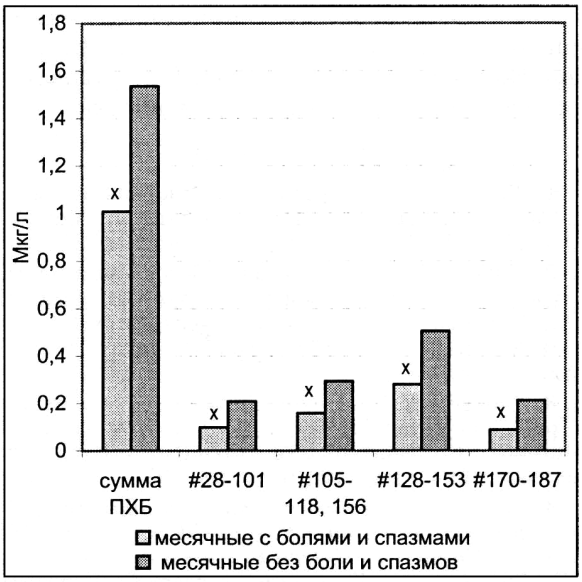

Рис. 6. Наличие жалоб на боли и спазмы при месячных в зависимости от уровней содержания ПХБ в плазме крови женщин

2. Частота некоторых неблагоприятных исходов беременности и нарушений здоровья новорожденных статистически связана с содержанием ПХБ в крови женщин коренных национальностей Севера. Повышенное содержание в крови суммы ПХБ и их отдельных конгенеров является фактором риска таких неблагоприятных исходов беременности, как недоношенность, роды мертвым плодом и структурные аномалии.

3. Раннее наступление месячных у девушек статистически существенно возрастает при повышенных концентрациях ПХБ в крови. При этом тесной связи с продолжительностью менструального цикла не выявлено.

4. Какие-либо из изучавшихся в нашем исследовании диоксиноподобных и недиоксиноподобных, планарных и непланарных, высокохлорированных и низкохлорированных конгенеров ПХБ не могут быть исключены из факторов риска репродуктивных нарушений.

5. Для эффективной профилактики нарушений репродуктивного здоровья у женщин коренных народов Севера в первую очередь необходима разработка и реализация местных и региональных программ, направленных на выявление и ликвидацию всех источников загрязне-

Гигиена окружающей и производственной среды **№ 1 (7) ■ 2006**

ния среды обитания СТВ, обучение населения безопасным методам хранения, переработки и приготовления традиционных продуктов, совершенствование пренатальной профилактики неблагоприятных исходов беременности.

Список литературы

1. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078–01. Минздрав России.– Москва, 2002.

2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1280–03. Дополнения и изменения № 2 к СанПиН 2.3.2.1078–01. Минздрав России.– Москва, 2003.

3. *Battershill JM.* Review of the safety assessment of polychlorinated biphenyls (PCBs) with particular reference to reproductive toxicity //Hum Exp Toxicol.– 1994.– Sep. 13 (9) – P. 581–97.

4. *Brouwer A, Ahlborg UG, Van den Berg M, Birnbaum LS, Boersma ER, Bosveld B, Denison MS, Gray LE, Hagmar L, Holene E, Huisman M, Jacobson SW, Jacobson JL, Koopman-Esseboom C, Koppe JG, Kulig BM, Morse DC, Muckle G, Peterson RE, Sauer PJJ, Seegal RF, Smits-Van Prooije AE, Touwen BCL, Weisglas-Kuperus N.* Assessment: Functional aspects of developmental toxicity of polyhalogenated aromatic hydrocarbons in experimental animals and human infants //Eur J Pharmacol, Environ Toxicol Pharmacol.– 1995.–293.– P. 1–40.

5. *Brouwer A, Longnecker MP, Birnbaum LS, Cogliano J, Kostyniak P, Moore J, Schantz S, Winneke G.* Characterization of potential endocrine-related health effects at low-dose levels of exposure to PCBs //Environ Health Perspect.– 1999.– 107.– P. 639–649.

6. *McKinney JD, Waller CL.* Polychlorinated biphenyls as hormonally active structural analogues. // Environ Health Perspect. 1994 Mar; 102 (3).– P. 290–7.

7. *Olsson PE, Borg H, Brunstrцm B, Hekansson H, Klasson-Wehler E.* Endocrine disrupting substances – Impairment of reproduction and development. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Sweden.– 1998.– Report 4859.

8. Toxicological profile for polychlorinated biphenyls (updated), U.S. Department of Health and Human Resources, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Atlanta, Georgia, 1999.

Summary

Results of polychlorinated biphenyls (PCBs) determination in food products, indoor matters, human plasma of the Russian Arctic natives are represented. Data base analyses of 346 pregnant women and their newborns has showed association between adverse pregnancy outcomes, women menstrual status, newborns health with exposure of mothers to PCBs. This association is statistically significant for some parameters at relatively low concentrations of PCBs in maternal serum.

СОСТОЯНИЕ КЛЕТОЧНОГО И ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА ОРГАНИЗМА НЕФТЯНИКОВ ПРИ ЭКСПЕДИЦИОННОМ РЕЖИМЕ ТРУДА В ЗАПОЛЯРЬЕ

А.С. Сарычев, А.Б. Гудков, Г.Н. Дегтева

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

Решение задач поиска и промышленного освоения нефтегазовых месторождений в Заполярье приобрело особую актуальность на современном этапе развития государства. Оптимальной формой использования трудовых ресурсов в районах Крайнего Севера при дефиците квалифицированных кадров является экспедиционный режим труда [2, 3].

Своеобразие климатических условий Заполярья и интенсивность физических нагрузок, присущих вахтовому труду, предъявляют повышенные требования к деятельности всех функциональных систем организма.

Имеется значительное количество исследований об особенностях состояния иммунной системы, реактивных изменениях со стороны клеточных и гуморальных механизмов иммунитета в зависимости от сезона года, фотопериодики и стажа проживания в неблагоприятных условиях у жителей Севера [6, 8, 10]. Однако в литературе практически нет данных о динамических наблюдениях изменений клеточного и гуморального звеньев иммунитета у работников нефтедобывающей отрасли на Европейском Севере России.

Ряд авторов указывают на то, что в результате воздействия реальных условий производства, включая и вахтовые методы организации труда, особенно в зимний период, в организме нефтяников происходит снижение неспецифической резистентности [3, 9, 11].

Характер реактивных сдвигов на неблагоприятные факторы вначале однотипен и включает снижение содержания лимфоцитов в периферической крови [4, 5]. Все дальнейшие процессы определяются спецификой, продолжительностью, степенью, дозой воздействия комплекса неблагоприятных факторов. Некомпенсируемые изменения в системе иммунной защиты – количественные, качественные, нарушения баланса и взаимодействия приводят к истощению резервных возможностей и развитию патологии [1].

Это позволяет использовать исследование иммунологических параметров и их реактивности для определения функциональных резер-