
© Т.Д. КАРНАЖИЦКАЯ, Т.С. УЛАНОВА, А.В. КИСЛИЦИНА,
М.В. АНТИПЬЕВА, Е.О. ПШЕНИЧНИКОВА
vnd3@yandex.ru

УДК 504.054

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СТИРОЛА В КРОВИ ДЕТСКОГО И ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ

АННОТАЦИЯ. Представлены результаты химического анализа и среднегрупповые концентрации стирола в крови взрослых и детей, проживающих на территориях Пермского края с различной химической нагрузкой. Установлено достоверно более высокое значение среднегрупповой концентрации стирола в крови детей в условиях хронической экспозиции в зоне влияния выбросов производства стирола по сравнению с экологически благополучными территориями.

SUMMARY. In this paper, we present the results of a chemical analysis and mean group concentrations of styrene in the blood of adults and children, living in areas with different levels of chemical pollution. The mean blood concentrations of styrene in the group of children, who are chronically exposed to industrial styrene, have been found to be reliably higher than those in children from unpolluted areas.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Стирол, химическая нагрузка, кровь, детское и взрослое население, высокоэффективная жидкостная хроматография.

KEYWORDS: Styrene, chemical pollution, blood, children and adults, high performance liquid chromatography.

Введение. Стирол (винилбензол, фенилэтилен) — простейший представитель ароматических углеводородов с ненасыщенной боковой цепью $-CH=CH_2$, представляет собой жидкость с резким запахом. Стирол легко полимеризуется, благодаря чему это соединение нашло широкое применение в производстве полимерных материалов, используемых для изготовления пластмассовых изделий, синтетической резины, лаков и смол, изоляционных и строительных материалов и т.д. [1].

Источниками поступления стирола в воздух служат предприятия по производству стирола, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, органического синтеза полимеров и сополимеров, автомобильные выхлопные газы, табачный дым и всякого рода процессы, связанные со сжиганием и пиролизом [1-2].

В быту источниками выделения стирола в воздух жилых помещений являются резиновый линолеум, ковровые покрытия, мебель, одежда и другие материалы, что обусловлено наличием в них остаточных количеств мономера и способностью полимеров к деструкции в результате тепловых, механических, химических и других видов воздействия [3]. По данным зарубежных исследований (Германия) средние значения концентрации стирола, воздействующие

на человека в помещении, составляют 0,0013-0,0019 мг/м³. Предельно допустимая максимально разовая концентрация стирола для атмосферного воздуха составляет 0,04 мг/м³.

Полистирол и его сополимеры используют для упаковки пищевых продуктов. Аналитические обследования пищевых продуктов и упаковки показали, что стирол-мономер мигрирует в пищу из полистирольных контейнеров и накапливается в пищевых продуктах, вызывая их загрязнение [4].

В условиях современного производства, увеличения транспортного потока, эксплуатации бытовых изделий из стиролсодержащих полимеров увеличивается поступление стирола в атмосферный воздух, воздух внутри помещений, водоемы питьевого назначения, почву, пищевые продукты, что, в свою очередь, повышает вероятность его попадания в организм человека [5].

Анализ литературных данных о токсичности и характере биологического действия стирола показал, что он обладает раздражающим и наркотическим действием, влияет на кроветворные органы, вызывает поражения печени [6]. Пары стирола вызывают раздражении слизистых оболочек (раздражение глаз, носа и губ) и центральной нервной системы (головокружение, головная боль, сонливость, затруднение концентрации внимания, утомляемость) [7]. По опасности воздействия стирол относится ко 2-му классу.

Исследования по изучению токсикокинетики стирола показали, что стирол способен к кумуляции в жировых депо организма [8]. В последующем он медленно элиминируется из тканей, что свидетельствует о возможности его накопления в биологических субстратах в результате хронического воздействия.

Несмотря на токсический характер действия стирола и его способность накапливаться в организме человека, в нашей стране наблюдается рост производства и потребления стиролсодержащей продукции в технических и бытовых целях, особенно это касается строительных, теплоизоляционных и отделочных материалов. В 2010 г. объем потребления полистирола в России составил 457 тысяч тонн [9].

Уровень воздействия стирола можно оценить путем количественного анализа крови и альвеолярного воздуха или определения содержания в моче метаболитов стирола — миндальной и фенилглиоксиловой кислот [10-12]. Анализ компонентов антропогенной нагрузки в биологических средах человека в большой степени зависит от применения надежного, высокочувствительного и эффективного способа контроля [13].

Объекты и методы исследований. В работе представлены результаты скрининговых исследований содержания стирола в биологических средах детского и взрослого населения, проживающего в Пермском крае на территориях с различной химической нагрузкой.

Исследования проводились на базе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в лаборатории методов жидкостной хроматографии.

Всего обследовано 398 человек, из них 141 человек в возрасте 7-10 лет, постоянно проживающие на территориях вне зоны влияния выбросов промпредприятий (села Уинское, Ильинское и рекреационная зона г. Перми, расположенная в лесном массиве — комплекс ПГТУ); 77 взрослых в возрасте от 20 до 70 лет, не имеющих профессиональной вредности и проживающие на тер-

риториях с относительным санитарно-эпидемиологическим благополучием вне зоны действия выбросов промышленных предприятий (поселок Сыльва, село Усть-Качка); 180 детей в возрасте 7-10 лет, проживающих в зоне влияния выбросов химического предприятия по производству стирола (ЗАО «Сибур-Химпром» г. Пермь) в условиях хронической экспозиции (поселки Гамово и Кондратово, Пермский район).

Определение концентраций стирола в крови проводили в соответствии с методическими указаниями МУК 4.1.2116-06 методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе Agilent с использованием флуориметрического детектора, позволяющего определять стирол в крови на уровне 0,0001-1,0 мг/дм³. Извлечение стирола из образцов крови осуществляли методом жидкостной экстракции гексаном. Определение стирола в крови проводили с учетом холостой пробы, в качестве которой использовали высокоочищенную дистиллированную воду.

Результаты и их обсуждение. Результаты скрининговых исследований в целом показали присутствие стирола в крови детей и взрослых на всех изучаемых территориях (табл. 1-3), при этом максимальное количество проб крови, в которых содержится стирол, и максимальные среднегрупповые концентрации определены при обследовании взрослого населения — у 99% пациентов в крови обнаружено присутствие стирола в диапазоне концентраций 0,0003-0,0343 мг/дм³ со средним значением 0,0020±0,0008 мг/дм³ (табл. 1). Повышенные концентрации стирола в крови взрослых свидетельствует не только о более длительном сроке хронического воздействия, но также о накоплении стирола в организме человека с течением времени.

Таблица 1

Содержание стирола в крови взрослого населения, проживающего на территориях с относительным санитарным благополучием (2011-2012 гг.)

Показатель	Пос. Сыльва (2011 г.)	Пос. Сыльва (2012 г.)	Село Усть-Качка (2012 г.)
Кол-во проб крови	32	21	24
Среднегрупповая концентрация стирола в крови, мг/дм ³	0,0032± 0,0021	0,0008± 0,0001	0,0019± 0,0002
Диапазон обнаруженных концентраций, мг/дм ³	0,0006 - 0,0343	0,0003 - 0,0011	0,0009 - 0,0025
Кол-во проб с присутствием стирола, %	97	100	100

У детей, проживающих в условиях относительного санитарно-эпидемиологического благополучия, при отсутствии антропогенной нагрузки стирол обнаружен у 71 % обследованных детей в диапазоне концентраций 0,0001-0,0521 мг/дм³, среднее значение концентрации стирола — 0,00064 мг/дм³ (табл. 2). В крови детей, проживающих в зоне выбросов производства стирола, стирол обнаружен в 82 % случаев в диапазоне концентраций 0,0001-0,0065 мг/дм³ (табл. 3).

Таблица 2

Содержание стирола в крови детского населения, проживающего на территориях с относительным санитарно-эпидемиологическим благополучием (2010-2012 гг.)

Показатель	Село Уинское (2010 г.)	Село Ильинское (2011 г.)	Комплекс ПГТУ (2012 г.)
Кол-во проб крови	15	76	50
Среднегрупповая концентрация стирола в крови, мг/дм ³	0,00058± 0,00030	0,00077± 0,00016	0,00056± 0,00038
Диапазон обнаруженных концентраций, мг/дм ³	0,0001-0,0022	0,0001-0,0039	0,0001-0,0065
Кол-во проб с присутствием стирола, %	77	88	50

Таблица 3

Содержание стирола в крови детского населения, проживающего в условиях хронической экспозиции (2011-2012 гг.)

Показатель	Пос. Гамово (1-я группа)	Пос. Гамово (2-я группа)	Пос. Кондратово
Кол-во проб крови	86	66	28
Среднегрупповая концентрация стирола в крови, мг/дм ³	0,00104± 0,00024	0,00102± 0,00031	0,00359± 0,0018
Диапазон обнаруженных концентраций, мг/дм ³	0,0001-0,0038	0,0001-0,0061	0,0001-0,0521
Кол-во проб с присутствием стирола, %	70,0	80,3	96,5

Сравнение среднегрупповых концентраций стирола в крови детей, проживающих в условиях хронического действия и без него, показало, что на территории пос. Гамово и на территориях с относительным санитарно-гигиеническим благополучием не установлено достоверных различий по среднегрупповым значениям концентраций ($p > 0,05$), вместе с тем более высокие концентрации определялись в крови детей пос. Гамово, в среднем превышение составило 1,5 раза. В поселке Кондратово установлена достоверно более высокая среднегрупповая концентрация стирола в крови по сравнению с территориями с относительным санитарно-гигиеническим благополучием ($p < 0,05$) с превышением в 5,5 раз, что свидетельствует о наличии внешних источников среды обитания (рис. 1).

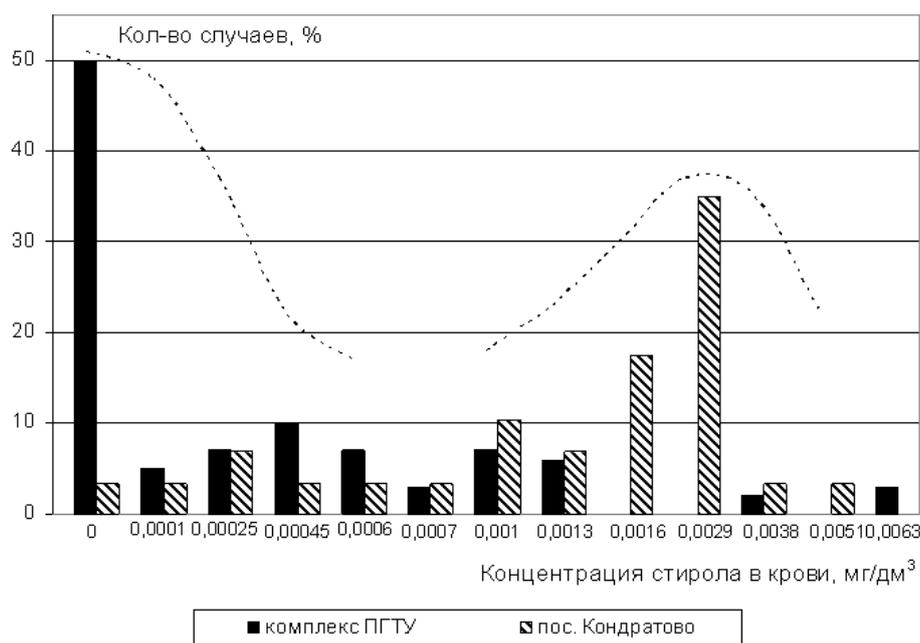


Рис. 1. Гистограмма внутригруппового распределения стирола в пробах крови детей, проживающих на комплексе ПГТУ и пос. Кондратово

Выводы. В результате анализа стирола в пробах крови взрослого населения, не имеющего профессиональной вредности и проживающего на территориях с относительным экологическим благополучием, установлено среднее значение концентрации $0,0020 \pm 0,0008$ мг/дм³. У детей, проживающих в условиях отсутствия антропогенной нагрузки, стирол обнаружен в среднем в концентрации $0,00064 \pm 0,00028$ мг/дм³. Обнаруженные концентрации стирола в крови детского и взрослого населения, проживающего в условиях относительного санитарно-эпидемиологического благополучия вне зоны выбросов производства стирола и вдали от крупных дорожных магистралей с интенсивным движением автотранспорта может свидетельствовать о наличии химических факторов, связанных бытовыми условиями среды обитания — воздух внутри жилых помещений, эксплуатация изделий из стиролсодержащих пластиков, употребление загрязненных продуктов питания, хранящихся в полистирольной упаковке и прочее.

В крови детей, проживающих в зоне выбросов производства стирола, средние концентрации стирола составили $0,00103 \pm 0,000027$ мг/дм³ для поселка Гамово и $0,00359 \pm 0,0018$ мг/дм³ для поселка Кондратово. Более высокие концентрации стирола в крови детей в условиях хронической экспозиции подтверждают влияние внешних источников среды обитания на состояние здоровья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стирол // Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Женева, совместное издание Программы ООН по окружающей среде МОТ и ВОЗ. 1987. Вып. 26. 111 с.
2. Казнина Н.И. О загрязнении воздуха летучими веществами, выделяемыми пластиками // Гигиена и санитария. 1968. № 5. С. 108-109.

3. Тимофеева Л.В., Вихлянцев А.В., Новиков Ю.А. Кинетика газовой выделения стирола из стирольных каучуков / М-лы науч. конф. молодых ученых (ин-т биофизики). Л.: Медицина, 1971. С. 42-44.
4. Withey, J.R., Collins, P.G. Styrene monomer in foods: A limited Canadian survey // Bull. Environ. Contam. Toxicol. 1978. 19. P. 86-94.
5. Стирол / Сост. Г.Г. Авилова, Е.А. Карпухина; под общ. ред. Н.Ф. Измерова. М.: Центр междунар. проектов ГКНТ, 1984. 26 с.
6. Лазарев Н.В. Справ.: Вредные вещества в промышленности. Органические вещества, Т.1. М.: Химия, 1976. С. 113-117.
7. Oltramare, M., Desbaumes, E., Imhoff, C. Toxicologie du styrene monomere. Geneva: Editions Medicine et Hygiene, 1974. 100 p.
8. Рувинская С.Е. Определение миндальной кислоты в моче как экспозиционная проба при воздействии стирола // Труды Азерб. НИИ гигиены труда и профзаболеваний. Сумгаит. 1969. Вып. 3. С. 125-132.
9. Полистирол и стирольные пластики в России — 2011. Ежегодный обзор: Компания Маркет Репорт. URL. www.mrcplast.ru.
10. Зайцева Н.В., Уланова Т.С., Карнажицкая Т.Д. Определение стирола в крови методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Гигиена и санитария. 2005. № 4. С. 58-61.
11. Злобина Н.С., Рагулие Н.Ю. Смоляр Н.Я. Закономерности поступления и выведения стирола из организма // Гигиена и санитария. 1974. № 11. С. 105-106.
12. Riihimaki, V., Pfaffi, P. Percutaneous absorption of solvent vapors in man // Scand. J. Work Environ. Health. 1978. 4. P. 73-85.
13. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Уланова Т.С. Контроль содержания химических соединений и элементов в биологических средах: руководство / Под. ред. Г.Г. Онищенко. Пермь: Книжный формат, 2011. 520 с.