

УДК 616-001.86

**ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЙ
ЭКСПЕРТИЗЫ ОТРАВЛЕНИЙ БЫТОВЫМ ГАЗОМ****Калинина Е.Ю.***ГБОУ ВПО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России,
Оренбург, e-mail: kalininy@inbox.ru*

Актуальной проблемой нашего времени стали изучение, диагностика, лечение и предупреждение патологических состояний, вызванных действием различных химических веществ. Согласно статистике, отравления бытовым газом (смесью пропана и бутана) встречаются достаточно часто. Это объясняется широким использованием смеси данных углеводородов в быту и большой их доступностью. В связи с тем, что в имеющейся научной литературе не описаны специфические морфологические признаки отравлений данным видом газовой смеси, установление судебно-медицинского диагноза оказывается крайне затруднительным. Целью данного исследования явилось изучение распределения компонентов бытового газа по внутренним органам экспериментальных животных и сохраняемости углеводородов в биоматериале при моделировании острого смертельного отравления бытовым газом. Исследование компонентов бытового газа в крови и органах экспериментальных животных выполнялось методом газожидкостной хроматографии. Результаты исследования позволили определить тропность внутренних органов экспериментальных животных к действию компонентов бытового газа, сделать вывод о том, что методом газожидкостной хроматографии возможно обнаружение компонентов бытового газа в ткани головного мозга, сердца, легкого, печени, почек, селезенки. Было выявлено, что углеводороды, входящие в состав исследуемой газовой смеси, сохраняются в тканях крыс до 1 месяца при соответствующих условиях хранения.

Ключевые слова: бытовой газ, отравление, газожидкостная хроматография, компоненты бытового газа, обнаружение, сохранение

**MORPHOFUNCTIONAL CHANGES IN ORGANS
OF THE IMMUNE SYSTEM IN CASES OF POISONING WITH DOMESTIC GAS****Kalinina E.Y.***The Orenburg medical University, Orenburg, e-mail: kalininy@inbox.ru*

Nowadays study, diagnosis, treatment and prevention of pathological conditions, caused by the action of various chemicals has become an urgent problem. According to statistics, poisoning with domestic gas (mixture of propane and butane) is fairly common. The reason for that is an extensive use of a mixture of these hydrocarbons in everyday life and its great availability. Due to the fact that the available scientific literature does not describe specific morphological signs of poisoning by this gas composition, the establishment of a forensic medical diagnosis is extremely difficult. The aim of this study was to investigate the distribution of the components of domestic gas in the internal organs of experimental animals and the persistence of hydrocarbons in the biomaterial in the simulation of acute fatal poisoning with household gas. Study of the components of domestic gas in the blood the organs of the experimental animals was performed by gas-liquid chromatography. The research results allowed to determine the tropism of internal organs of experimental animals to the action of the domestic gas components. Gas-liquid chromatography is an effective method to detect domestic gas components in brain tissue, heart, lung, liver, kidney, spleen. It was found that the hydrocarbons contained in the composition of the gas mixture are stored in the tissues of rats up to 1 month if appropriate storage conditions are observed.

Keywords: domestic gas, poisoning, gas-liquid chromatography, components of domestic gas, detecting, storing

Актуальной проблемой нашего времени стали изучение, диагностика, лечение и предупреждение патологических состояний, вызванных действием различных химических веществ [2]. В наше время, когда широкое применение получили продукты газоперерабатывающей промышленности, а природоохранные мероприятия и системы очистки на производствах еще очень далеки от совершенства, происходит постоянное ухудшение экологической ситуации, особенно в промышленных регионах [1]. Это, в свою очередь, приводит к появлению все большего количества отравлений, как смертельных, так и несмертельных, связанных с действием веществ, участвующих

в производственном цикле. Помимо этого известно, что отравления представляют собой один из наиболее частых способ самоубийств [8].

Согласно статистике, отравления бытовым газом (смесью пропана и бутана) встречаются достаточно часто. Это объясняется широким использованием смеси данных углеводородов в быту и большой их доступностью.

В последнее время общество встревожено ростом популярности среди подростков так называемого «сниффинга» – вдыхания газа из баллончиков для заправки зажигалок [12, 13]. При различной достаточно пестрой клинике эти отравления очень часто

приводят к смертельным исходам [3, 4, 7, 9]. В связи с тем, что в имеющейся научной литературе не описаны специфические морфологические признаки отравлений данным видом газовой смеси, установление судебно-медицинского диагноза оказывается крайне затруднительным. Обнаружение компонентов газовой смеси в биологических жидкостях и тканях трупа также представляет большие сложности в связи с высокой летучестью данных веществ. Единственным способом установить диагноз отравления бытовым газом является использование в комплексе с морфологическими исследованиями газожидкостной хроматографии. В литературе имеются сведения о применении метода газожидкостной хроматографии при проведении судебно-химического исследования в случаях подозрения на отравление бытовым газом [5, 6, 10, 11]. Данные методики, разработанные специалистами-химиками, позволяют проводить качественное и в некоторых случаях количественное определение алифатических углеводородов, являющихся компонентами бытового газа. При этом в основном определение данных углеводородов проводилось в крови и ткани легкого. Определение распределенности по органам компонентов газовой смеси и идентификация их в тканях на разных сроках и при различных условиях хранения материала не выполнялись.

Целью данного экспериментального исследования явилось изучение тропности внутренних органов экспериментальных животных и сохраняемости компонентов бытового газа в органах и тканях крыс при моделировании острого смертельного отравления бытовым газом.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена на 100 крысах-самцах линии Вистар, массой от 150 до 250 г (1 группа) в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложение к приказу № 755 от 12.08.1977 г. МЗ СССР). 20 интактных крыс служили в качестве контроля (2 группа). Для создания экспериментальной модели острого смертельного отравления в качестве отравляющего вещества использовался бытовой газ из 5-литровых баллонов ГОСТа 15860-84 для газовых плит, который через редуктор под низким давлением подавался в затравочную камеру в течение 10 минут при достижении концентрации 300 мг/л. Смерть животных наступала через 9–10 минут от начала ингаляции. Материал для исследования забирался непосредственно после наступления смерти. Кровь отбиралась сразу же после декапитации. Контрольные животные находились в обычной воздушной среде. 500 мкл (средняя проба) крови и по 500 мг (средняя проба) измельченной биоткани (каждый орган в отдельности) помещались в пенициллиновые флаконы, которые закрывались ре-

зиновыми пробками и помещались в металлические контейнеры, на навинчивающейся крышке которых имелось отверстие для последующего отбора парогазовой пробы. Для исследования забиралась кровь, ткань головного мозга, легких, печени, почек, сердца, селезенки. Хроматографическое исследование биоматериала проводилось в 1, 3, 7, 14, 21, 28 сутки от момента проведения эксперимента. Материал, который исследовался в отдаленный период, хранился в условиях холодильника при температуре – 4°C

После нагревания контейнера в кипящей водяной бане в течение 10 минут производился отбор шприцем (температура шприца 80°C) из пенициллинового флакона 1 мл парогазовой смеси, который исследовался газохроматографическим методом при нижеприводимых условиях.

Условия хроматографирования Газовый хроматограф «Цвет-110». Колонки стальные: колонка № 1 – 5% апиезона L на хроматоне N-AW (0,16–0,20 мм) длиной 200 мм и внутренним диаметром 3 мм; колонка № 2 – полисорб-1 длиной 100 мм и внутренним диаметром 3 мм. Температура термостата колонок 50°C, испарителя 150°C. Газ-носитель – азот, скорость 30 мл/мин. Скорость водорода – 30 мл/мин, воздуха – 300 мл/мин. Детектор ионизационно-пламенный. Чувствительность 10·10¹⁰. Запись хроматограмм осуществлялась на потенциометре КСП-4, скорость лентопротяжного механизма которого составляла 720 мм/ч (колонка № 2) и 1800 мм/ч (колонка № 1). При выполнении данной экспериментальной работы проводилось только качественное определение компонентов бытового газа. Детектор ионизационно-пламенный. Чувствительность 10·10¹⁰⁻¹².

Результаты исследования и их обсуждение

Идентификация алифатических углеводородов – метана, пропана и бутана, являющихся основными компонентами газовой смеси, осуществлялась по абсолютным временам удерживания на колонках различной полярности (колонке № 1 и колонке № 2). Времена удерживания алифатических углеводородов представлены в табл. 1

Таблица 1
Времена удерживания алифатических углеводородов

№ п/п	Название	Абсолютные времена удерживания, мм	
		Колонка № 1	Колонка № 2
1	Метан	21	3
2	Пропан	24	13
3	Бутан	27	38

В соответствии с вышеописанными условиями хроматографирования проводилось исследование парогазовой смеси всех изучаемых объектов. Компоненты

бытового газа – пропан, бутан и метан – были обнаружены во всех исследуемых органах. При этом в почке компоненты бытового газа идентифицированы только после повышения чувствительности на 3 порядка, т.е. в 1000 раз.

Через 2 недели компоненты газовой смеси также были обнаружены во всех видах биоматериала, хранящегося при температуре – 4°C. Колонка № 1 оказалась более чувствительной, чем колонка № 2. Это подтверждается тем, что компоненты бытового газа через 2 недели после ингаляционного

воздействия на крыс на колонке № 1 были идентифицированы при чувствительности $100 \cdot 10^{10}$, а на колонке № 2 – при чувствительности $10 \cdot 10^{10}$, т.е. меньшей на порядок. Через 4 недели компоненты бытового газа были обнаружены только в ткани легкого, головного мозга и крови. При этом отмечалось некоторое повышение содержания метана в тканях, что, возможно, было связано с посмертными изменениями.

Результаты исследования представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Результаты хроматографического исследования ткани внутренних органов крыс при моделировании острого смертельного отравления бытовым газом. Колонка № 1. Чувствительность ПИД $100 \cdot 10^{10}$.

№ п/п	Объект исследования	Определяемые вещества	Время исследования					
			1 сутки	3 сутки	7 сутки	14 сутки	21 сутки	28 сутки
1	Головной мозг	Метан	+	+	+	+	+	+
		Пропан	+	+	+	+	+	+
		Бутан	+	+	+	+	+	+
2	Легкие	Метан	+	+	+	+	+	+
		Пропан	+	+	+	+	+	+
		Бутан	+	+	+	+	+	+
3	Сердце	Метан	+	+	+	+	+	-
		Пропан	+	+	+	+	+	-
		Бутан	+	+	+	+	+	-
4	Печень	Метан	+	+	+	+	+	-
		Пропан	+	+	+	+	+	-
		Бутан	+	+	+	+	+	-
5	Почки	Метан	+	+	+	+	+	-
		Пропан	+	+	+	+	+	-
		Бутан	+	+	+	+	+	-
6	Селезенка	Метан	+	+	+	+	+	-
		Пропан	+	+	+	+	+	-
		Бутан	+	+	+	+	+	-
7	Кровь	Метан	+	+	+	+	+	+
		Пропан	+	+	+	+	+	+
		Бутан	+	+	+	+	+	+

Таблица 3

Результаты хроматографического исследования ткани внутренних органов крыс при моделировании острого смертельного отравления бытовым газом. Колонка № 2. Чувствительность ПИД $10 \cdot 10^{10}$

№ п/п	Объект исследования	Определяемые вещества	Время исследования					
			1 сутки	3 сутки	7 сутки	14 сутки	21 сутки	28 сутки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Головной мозг	Метан	+	+	+	+	+	-
		Пропан	+	+	+	+	-	-
		Бутан	+	+	+	+	-	-

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Легкие	Метан	+	+	+	+	-	-
		Пропан	+	+	+	+	-	-
		Бутан	+	+	+	+	-	-
3	Сердце	Метан	+	+	+	+	-	-
		Пропан	+	+	+	+	-	-
		Бутан	+	+	+	+	-	-
4	Печень	Метан	+	+	+	+	-	-
		Пропан	+	+	+	+	-	-
		Бутан	+	+	+	+	-	-
5	Почки	Метан	+	+	+	+	-	-
		Пропан	+	+	+	+	-	-
		Бутан	+	+	+	+	-	-
6	Селезенка	Метан	+	+	+	+	-	-
		Пропан	+	+	+	+	-	-
		Бутан	+	+	+	+	-	-
7	Кровь	Метан	+	+	+	+	-	-
		Пропан	+	+	+	+	-	-
		Бутан	+	+	+	+	-	-

Заключение

Таким образом, результаты исследования показали, что при моделировании острого смертельного отравления бытовым газом компоненты газовой смеси (метан, пропан и бутан) могут быть обнаружены при химико-токсикологическом анализе крови и биоматериала (ткани головного мозга, легких, сердца, печени, почек, селезенки). При этом наибольшей тропностью к действию компонентов бытового газа обладают легкие и головной мозг. Полученные данные позволяют объяснить характер и степень выраженности морфофункциональных изменений внутренних органов экспериментальных животных при моделировании острых смертельных отравлений бытовым газом.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод о том, что компоненты бытового газа сохраняются в биоматериале не менее 3 недель, а в ткани головного мозга, легких и крови до 4 недель от момента воздействия токсиканта. Непременным условием для получения таких результатов является хранение биоматериала в закупоренном герметично сосуде при температуре – 4°С. Данный факт очень важен для проведения судебно-медицинской экспертизы трупа при подозрении на отравление изучаемой газовой смесью. Это объясняется большой удаленностью

районных отделений Бюро судебно-медицинской экспертизы от судебно-химического отделения учреждения (срок доставки материала иногда может составлять несколько суток). Материал, направляемый на судебно-химическое исследование, должен быть упакован и сохранен с соблюдением вышеуказанных требований. Полученные данные позволяют говорить о необходимости использования судебно-химического исследования в комплексе диагностических мероприятий при экспертизе по поводу отравлений бытовым газом.

Список литературы

1. Андреев Н.В., Клечиков В.З. Морфогенез и биохимические проявления непрямого повреждения почек // Судебная медицина и экология. – Л., 1991. – С. 14–16.
2. Бережной Р.В., Рубцов А.Ф. Лабораторные методы исследования при судебно-медицинской экспертизе отравлений // Судебно-медицинская экспертиза. – 1986. – № 2. – С. 23–26.
3. Бучин В.Н., Селезнев С.Б. Особенности формирования и клиническая структура начальных форм пограничных нервно-психических расстройств у работников крупного газоперерабатывающего производства // Экология и здоровье: тез. докл. науч. практи. Конференции. – Пенза, 1993. – Ч.П. – С. 70–71.
4. Гилев В.Г. К патоморфологии хронической интоксикации крекинг-газом (экспериментальное исследование). – Уфа, 1971.
5. Киричек А.В., Рассинская Л.А., Широкова Л.В., Симонов Е.А. Случай интоксикации бутаном, приведший к летальному исходу // Суд.-мед. эксп. – 2009. – Т. 52, № 3. – С. 21–24.

6. Мишихин В.А., Яблочкин В.Д. Унифицированный газохроматографический метод определения летучих токсикантов в биоматериале // Суд.-мед. эксп. – 2004. – Т. 47, № 2. – С. 34–37.

7. Сетко Н.П. Гигиена труда при переработке сероводородсодержащего природного газоконденсата и особенности его биологического действия на организм: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1990.

8. Солохин А.А. Судебная медицина: учебник для вузов / под общ. ред. проф. В.В. Томила. – М., 1996. – С. 1–3.

9. Шугаев Б.Б. Токсичность и гигиеническое нормирование метилмеркаптана. – Тез. докл. XII науч. сессии по химии и технологии органических соединений серы и ёсернистых нефтей. – Рига: Зинатне, 1971. – С. 472–473.

10. Яблочкин В.Д. Судебно-химическая экспертиза при отравлении бытовым сжиженным газом // Суд.-мед. эксп. – 1993. – Т. 36, № 2. – С. 38–39.

11. Яблочкин В.Д. Судебно-химическое определение метана в трупном материале // Суд.-мед. эксп. – 2004. – Т.47, № 1. – С. 36–39.

12. Ellenhorn M.J., Barceloux D.G. Medical Toxicology – Diagnosis and Treatment of Human Poisoning. – NY: Elsevier Science Publishing Co., Inc. 1988. – 967 p.

13. De Naeyer A.H., De Kort S.W., Portegies M.C. et al. Myocardial infarction in a 16-year old following inhalation of butane gas // Ned. Tijdschr. Geneesk. – 2011. – Vol. 155 (34). – P. 34–43.

References

1. Andreev N.V., Klechikov V.Z. Morfogenez i biohimicheskie projavlenija neprjamogo povrezhdenija pochek // Sudebnaja medicina i jekologija. L., 1991. pp. 14–16.

2. Bereznoj R.V., Rubcov A.F. Laboratornye metody issledovanija pri sudebno-medicinskoj jekspertize otravlenij // Sudebno-medicinskaja jekspertiza. 1986. no. 2. pp. 23–26.

3. Buchin V.N., Seleznev S.B. Osobennosti formirovanija i klinicheskaja struktura nachalnih form pogramichnyh nervno-psihicheskijh rasstrojstv u rabotnikov grupnogo gazopererabatyvajushhego proizvodstva // Jekologija i zdorove: tez. dokl. nauch. prakti. Konferencii. Penza, 1993. Ch. P. pp. 70–71.

4. Gilev V.G. K patomorfologii hronicheskoi intoksikacii krekning-gazom (jekspertimantalnoe issledovanie). Ufa, 1971.

5. Kirichek A.V., Rassinskaja L.A., Shirokova L.V., Simonov E.A. Sluchaj intoksikacii butanom, privedshij k letalnomu ishodu // Sud.-med. jeksp. 2009. T. 52, no. 3. pp. 21–24.

6. Mishihin V.A., Jablochkin V.D. Unificirovannyj gazohromatograficheskij metod opredelenija letuchih toksikantov v biomateriale // Sud.-med. jeksp. 2004. T. 47, no. 2. pp. 34–37.

7. Setko N.P. Gigena truda pri pererabotke serovodorodsoderzhashhego prirodnoho gazokondensata i osobennosti ego biologicheskogo dejstvija na organizm: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk. M., 1990.

8. Solohin A.A. Sudebnaja medicina: uchebnik dlja vuzov / pod obshh. red. prof. V.V. Tomilina. M., 1996. pp. 1–3.

9. Shugaev B.B. Toksichnost i gigenicheskoe normirovanie metilmerkaptana. Tez. dokl. XII nauch. sessii po himii i tehnologii organicheskijh soedinenij sery i josernistyh neftej. Riga: Zinatne, 1971. pp. 472–473.

10. Jablochkin V.D. Sudebno-himicheskaja jekspertiza pri otravlenii bytovym szhizhennym gazom // Sud.-med. jeksp. 1993. T. 36, no. 2. pp. 38–39.

11. Jablochkin V.D. Sudebno-himicheskoe opredelenie metana v trupnom materiale // Sud.-med. jeksp. 2004. T.47, no. 1. pp. 36–39.

12. Ellenhorn M.J., Barceloux D.G. Medical Toxicology Diagnosis and Treatment of Human Poisoning. NY: Elsevier Science Publishing Co., Inc. 1988. 967 p.

13. De Naeyer A.H., De Kort S.W., Portegies M.C. et al. Myocardial infarction in a 16-year old following inhalation of butane gas // Ned. Tijdschr. Geneesk. 2011. Vol. 155 (34). pp. 34–43.

Рецензенты:

Железнов Л.М., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой анатомии человека, ГБОУ ВПО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Оренбург;

Полякова В.С., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой патологической анатомии, ГБОУ ВПО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Оренбург.