

© Н.В. Зайцева¹, Т.С. Уланова¹, Т.В. Нурисламова¹,
Н.Н. Малютина², Л.А. Тараненко²

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий
управления рисками здоровью населения»

²ГБОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия
им. ак. Е.А. Вагнера» Минздрава РФ,

г. Пермь, Россия

ОЦЕНКА УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНОЛА В КРОВИ РАБОТНИКОВ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Приведены результаты биомониторинга метилового спирта в крови рабочих производственно-профессиональных групп занятых на производстве органического синтеза метанола и рабочих не занятых в технологическом процессе. Показано, что в зависимости от места и стажа работы у рабочих уровень контаминации крови метанолом является значимым. На фоне элиминационной терапии среднегрупповое содержание метанола в крови рабочих группы наблюдения после лечения снизилось в 1,7 раза. Количество пациентов с превышением фонового уровня метилового спирта в крови после лечения уменьшилось со 100 % до 67 %. Исследования крови выполнялось на газовом хроматографе «Кристалл-5000» с использованием капиллярной колонки с неподвижной жидкой фазой SGE – BP21 и детектором ионизации в пламени.

Ключевые слова: метиловый спирт, элиминационная терапия, производство органического синтеза метанола.

© N.V. Zaitseva¹, T.S. Ulanova¹, T.V. Nurislamova¹,
N.A. Malyutina¹, L.A.Taranenko²

*Federal Scientific Centre for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies»
Perm State Academy of Medicine named after E.A. Vagner*

Perm, Russia

METHANOL CONTAMINATION ASSESSMENT IN BLOOD OF ORGANIC METHANOL SYNTHESIS PRODUCTION EMPLOYEES

Abstract. The article presents the results of methanol biomonitoring in blood of employees working in organic methanol synthesis production and those who are not involved in this process. It is revealed that the contamination level depends on the working place location and employment period. Against the background of elimination therapy the average methanol content in the experimental employees` group after the treatment decreased by 1,7 times. The number of patients with an increased methanol content level after the treatment decreased from 100 % to 67 %. The investigation were performed with the help of gas chromatograph "Crystal – 5000" using a capillary column.

Key words: methyl alcohol, elimination therapy, organic methanol synthesis production.

В современных условиях охрана здоровья работающих является одной из основных проблем не только гигиены труда, но и всего здравоохранения РФ [2]. Внедрение новой техники и технологии, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов позволило на многих предприятиях различных отраслей народного хозяйства устранить производственные вредности, снизить профессиональные заболевания и сократить травматизм [1]. Вместе с тем рабочие на предприятиях химической промышленности подвергаются воздействию комплекса токсических соединений в концентрациях, часто превышающих санитарные нормы. Это связано с загрязнением воздуха рабочей зоны сырьевыми, промежуточными и конечными продуктами на различных стадиях технологического процесса [3]. К химическим производствам, связанным с воздействием производственных факторов, относится производство органического синтеза метанола.

Метанол (метиловый спирт) является одним из важнейших по значению и масштабам производства органическим продуктом, выпускаемым химической промышленностью. Он является сырьем для получения таких продуктов, как формальдегид (около 50 % от всего выпускаемого метанола), синтетический каучук (11 %), метиламин (9 %), а также диметилтерефталат, метилметакрилат, пентаэритрит, уротропин. Его используют в производстве фотопленки, аминов, поливинилхлоридных, карбамидных и ионообменных смол, красителей и полупродуктов, в качестве растворителя в лакокрасочной промышленности. В большом количестве метанол применяют для получения различных химикатов, например, хлорофоса, карбофоса, хлористого и бромистого метила и различных ацеталей [3].

Известно, что метанол – сильный, преимущественно нервный и сосудистый яд с резко выраженным кумулятивным эффектом [9]. Действие паров метилового спирта выражается в раздражении слизистых оболочек

глаз и более высокой подверженности заболеваниям верхних дыхательных путей, головных болях, звоне в ушах, невритах, расстройствах зрения [10].

Характерными особенностями производственной деятельности рабочих основных производственно-профессиональных групп предприятий органического синтеза метанола являются: большой объем рабочих операций, сосредоточенность на определенных объектах, нервно-психическое напряжение. Работа на производстве органического синтеза осложняется целым рядом неблагоприятных факторов, основным из которых является применение большого количества разнообразного сырья, представляющего собой опасность для здоровья работающего и обслуживающего персонала [4]. В производстве органического синтеза метанола используют технологический исходный газ, который образуется в результате конверсии (превращения) углеводородного сырья, то есть природного газа, синтез-газа после производства ацетилена, коксового газа, жидких углеводородов (нефти, мазута, легкого каталитического крекинга) и твердого топлива (угля, сланцев) [5]. Токсическое действие всех указанных веществ, в том числе метанола, политропно и затрагивает сердечно-сосудистую систему, показатели крови (снижение содержания гемоглобина и эритроцитов), поражение печени, нарушение деятельности эндокринных желез и т.д.[6].

Вышеизложенное определило актуальность настоящих исследований и позволило сформулировать **цель работы** – оценка динамики уровня метанола в крови работников производства органического синтеза метанола при проведении элиминационной терапии.

Материалы и методы. Обследованы работники химического производства метанола (группа наблюдения, n=52). Группу сравнения составили рабочие, не подвергающиеся воздействию вредных производственных факторов (n=26). В исследовании участвовали представители следующих рабочих специальностей: в группе наблюдения –

аппаратчики, аппаратчики конверсии и синтеза, слесари компрессионных установок, слесари-ремонтники, мастера, слесари КИП и А, технологи смены; в группе сравнения – электромонтеры, слесари, слесари-электрики, кладовщики, машинисты котельной установки, токари. Группы были сопоставимы по полу, возрасту, стажу работы.

Работники обследованы на наличие метилового спирта в крови. Всем исследуемым проводилась комплексная терапия с целью элиминации метанола и улучшения самочувствия в условиях стационара ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в течение 14 дней.

Исследование крови на содержание метилового спирта выполнялось до и после лечения методом анализа равновесной паровой фазы на газовом хроматографе «Кристалл-5000» с использованием капиллярной колонки с неподвижной жидкой фазой SGE – BP21 длиной 50м диаметром 0,32мм, толщиной пленки 0,50μм и детектором ионизации в пламени [7, 8, 9].

Статистическая обработка проводилась с помощью программы «Statistika-6.0» и «StatPlus 2009 Professional 5.8.4». Данные представлены в виде средней статистической величины и стандартной ошибки ($M \pm m$). Достоверность определялась непараметрическими методами, при сравнении двух независимых выборок использовался критерий Манна-Уитни. Эффективность лечения изучалась при помощи парного критерия Уилкоксона. При сравнении двух групп нулевая гипотеза отклонялась при значении альфа-ошибки менее 0,05.

Результаты и их обсуждение. При обследовании пациентов группы наблюдения начальные признаки хронической интоксикации были выявлены на периодическом медицинском осмотре. У всех работников имелись проявления вегето-сосудистой дистонии, легкие когнитивные нарушения, в биохимическом анализе крови отмечалось повышение уровня гамма-глутаминтранспептидазы, что явилось обоснованием для госпитализации.

Сравнительная оценка содержания метилового спирта в крови группы наблюдения (производственно-профессиональные рабочие) и группы сравнения (рабочие не занятые в технологическом процессе) относительно фоновых концентраций представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная оценка содержания метилового спирта в крови работающих группы наблюдения (производственно-профессиональные рабочие), группы сравнения (рабочие не занятые в технологическом процессе) и фоновых концентраций

Определяемый ингредиент	Группа наблюдения M±m	Группа сравнения M±m	Фоновые концентрации, мкг/см ³	P ₁	P ₂
Метиловый спирт	0,949±0,349	0,504±0,157	0,369±0,307	0,001	0,05

P₁ – различие с фоновыми концентрациями по средним значениям

P₂ – межгрупповое различие по средним значениям

Анализируя результаты содержания метилового спирта в крови, следует отметить, что у 100 % рабочих производственно-профессиональной группы органического синтеза метанола (группа наблюдения) (табл. 2) метиловый спирт в крови определен выше фонового уровня (критерий оценки содержания метилового спирта в крови при выполнении гигиенических и медико-биологических исследований с учетом региональных особенностей).

В результате проведенных исследований по содержанию метилового спирта в крови рабочих было установлено, что контролируемое соединение определялось в значимых концентрациях в группах наблюдения и сравнения. Среднегрупповой показатель содержания метанола в крови рабочих групп наблюдения и сравнения в 2,6 и 1,4 раза соответственно превышал фоновые региональные концентрации. Среднегрупповое содержание метанола в группе наблюдения в 1,6 раза выше, чем в группе сравнения.

Для снижения содержания метилового спирта в организме и улучшения состояния здоровья проводилось комплексное лечение с назначением элиминационной терапии, использовались следующие препараты: раствор Рингера, энтегнин, прогепар, дипана, лактофильтрум, нейрокс в течение 14 дней.

В результате проведенной терапии, как правило, наблюдалось снижение содержания метанола в крови, однако уровня фоновых концентраций достигнуть удалось не у всех пациентов. Результаты химического анализа крови работников по содержанию метилового спирта до и после лечения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты химического анализа крови рабочих производственно-профессиональных групп занятых на производстве органического синтеза метанола до и после лечения

Профессия	Метиловый спирт. Концентрация в крови, мкг/см ³	
	Фоновая концентрация 0,369±0,143	
	До лечения	После лечения
1	2	3
1. Технолог смены	1,357±0,320	0,877±0,207
2. Аппаратчик	0,765±0,110	0,736±0,256
3. Слесарь-компрессионных установок	0,735±0,173	0,325 ±0,104
4. Слесарь по КИП и А	1,130±0,267	0,580±0,137
5. Мастер	0,758±0,178	0,349±0,124
Среднее	0,949±0,349	0,573±0,298
p (<0,05-значимо)	0,002	0,006

Результаты эффективности лечебных мероприятий (табл. 2) по данным лабораторного контроля показали, что на фоне терапии среднегрупповое содержание метанола в крови рабочих группы наблюдения после лечения снизилось в 1,7 раза. Количество пациентов с превышением фонового уровня метилового спирта в крови после лечения уменьшилось с 100 % до 67 %, что позволяет говорить о положительной динамике выведения метилового

спирта из крови рабочих и вместе с тем свидетельствует о необходимости продолжения курса элиминационной терапии в амбулаторных условиях.

Эффективность лечебных мероприятий, выполненных для рабочих производственно-профессиональных групп предприятия органического синтеза, по метиловому спирту составила 70 %. При оценке риска неблагоприятного воздействия метанола на состояние здоровья работающих необходимо иметь информацию о содержании токсичных соединений в крови в зависимости от стажа работы (табл. 3).

Таблица 3

Результаты химического анализа крови рабочих производственно-профессиональных групп в зависимости от стажа работы

Стаж работы	Метиловый спирт		
	Концентрация, M±m, мкг/см ³	% проб крови выше фонового уровня	Отклонение от фонового уровня (p)
1	2	3	4
Стаж от 1 до 10 лет	0,383±0,651	33	0,127
Стаж более 10 лет	0,470±0,179	50	0,005
Стаж более 20 лет	0,599±0,146	73	0,0057

На основании данных по изучению уровня метанола в крови рабочих производственно-профессиональных групп (табл. 3) установлено, что с увеличением стажа работы на производстве органического синтеза метилового спирта у работающих достоверно увеличивается содержание и процент проб метанола в крови. Так, процент проб крови с содержанием метилового спирта выше фоновых уровней у рабочих групп наблюдения увеличивается со стажем работы от 1 года до 10 лет с 33 % до 50 % и со стажем работы более 20 лет до 73 %.

Выводы. Результаты исследования показывают, что в зависимости от места и стажа работы возрастает содержание в крови метилового спирта, повышенный уровень которого является фактором риска для развития заболеваний и требует системного биомониторинга.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать рабочим, занятым на производстве органического синтеза метанола:

– при значимых концентрациях токсикантной нагрузки проводить лечебно-профилактическую и элиминационную терапию в условиях стационара с расширением спектра лечебных мероприятий и их интенсификацией;

– при удовлетворительных результатах, достигнутых в ходе стационарного лечения, переводить пациента в режим амбулаторного наблюдения и проведения поддерживающих курсов реабилитации по месту жительства с интервалом 4–6 месяцев;

– при проведении периодических медицинских осмотров работников производства метанола необходимо определение токсикантной нагрузки (метанол в крови) для предупреждения профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний, прогнозирования возможного ухудшения здоровья работающих, особенно рабочих с большим производственным стажем.

Список литературы:

1. *Давыдова С.Л., Тагасов В.И.* Нефть как топливный ресурс и загрязнитель окружающей среды. – М.: Изд-во РУДН, 2004. – 131 с.

2. *Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В.* К вопросу установления и доказательства вреда здоровью населения при выявлении неприемлемого риска обусловленного факторами среды обитания // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 2. – С. 14–26.

3. *Михайлуц А.П., Першин А.Н., Зайцев В.И. и др.* Состояние здоровья работающих в химической отрасли промышленности по данным социологического исследования // Вестник межрегиональной ассоциации здравоохранения Сибири. – 2003. – № 1. – С. 27–30.

4. *Кутёпов А.М., Бондарёва Т.И., Беренгартен М.Г.* Общая химическая технология. – М.: Высшая школа, 1990. – 520 с.

5. *Линг Луис Дж., Кларк Ричард Ф., Эриксон Тимоти Б., Трестрейл Джон Х.* Секреты токсикологии / пер. с англ. – М., СПб.: Изд-во Бином – Изд-во Диалект, 2006. – 376 с.

6. Общая токсикология / под ред. Б.А. Курляндского, В.А. Филова. – М.: Медицина, 2002. – 608 с.

7. Постановление Госкомтруда СССР и Президиума ВЦСПС от 25.10.74 № 298/П-22 «Об утверждении списка производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день».

8. Сафонова М.А., Землянова М.А., Уланова Т.С. Оценка уровня и спектра контаминации биосред у детей с хроническим гастродуоденитом, обусловленный воздействием химических факторов среды // Здоровье населения и среда обитания. – 2008. – № 11. – С. 33–35.

9. Сборник методик по определению химических соединений в биологических средах. МУК 4.1.772-99. – М., 1999. – С. 87–96.

10. Шаяхметов С.Ф., Дьякович М. П., Мещакова Н. М. Оценка профессионального риска нарушений здоровья работников предприятий химической промышленности // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 8. – С. 27–33.

References

1. Davydova S.L., Tagasov V.I. Neft' kak toplivnyy resurs i zagryaznitel' okruzhayushchey sredy [Oil as a fuel resource and an environmental contaminant]. Moscow: RUDN, 2004. 131 p. (in Russian).

2. Zaytseva N.V., May I.V., Kleyn S.V. K voprosu ustanovleniya i dokazatel'stva vreda zdorov'yu naseleniya pri vyyavlenii nepriemlego riska obuslovlennogo faktorami sredy obitaniya [To the question of estimation and proof of harm to population health in case of unacceptable risk caused by environmental factors]. *Analiz riska zdorov'yu*, 2013, no. 2, pp. 14–26 (in Russian).

3. Mikhayluts A.P., Pershin A.N., Zaytsev V.I. i dr. Sostoyanie zdorov'ya rabotayushchikh v khimicheskoy otrasli promyshlennosti po dannym sotsiologicheskogo issledovaniya [Health condition of employees working in chemical industry according to the data of sociological studies]. *Vestnik mezhhregional'noy assotsiatsii zdravookhraneniya Sibiri*, 2003, no.1, pp. 27–30 (in Russian).

4. Kutepov A.M., Bondareva T.I., Berengarten M.G. Obshchaya khimicheskaya tekhnologiya [General chemical technology]. Moscow: Vysshaya shkola, 1990. 520 p. (in Russian).

5. Ling Luis Dzh., Klark Richard F., Erikson Timoti B., Trestreyl Dzhon Kh. Sekrety toksikologii. Per. s angl [Toxicology secrets. Translation from English]. Moscow, St. Petersburg: Binom–Dialekt, 2006. 376 p. (in Russian).

6. Obshchaya toksikologiya [General toxicology]. Edited by Kurlyandsky B.A., Filov V.A. Moscow: Meditsina, 2002. 608 p. (in Russian).

7. Postanovlenie Goskomtruda SSSR i Prezidiuma VTsSPS ot 25.10.74 № 298/P-22 «Ob utverzhdenii spiska proizvodstv, tsekhov, professiy i dolzhnostey s

vrednymi usloviyami truda, rabota v kotorykh daet pravo na dopolnitel'nyy otpusk i sokrashchennyy rabochiy den'» [Decree of the USSR State Committee for Labour 25.10.74 № 298/P-22 «About the confirmation of the list of industries, workshops, professions and posts with harmful labor conditions»]. (in Russian).

8. Safonova M.A., Zemlyanova M.A., Ulanova T.S. Otsenka urovnya i spektra kontaminatsii biosred u detey s khronicheskim gastroduodenitom, obuslovlennyy vozdeystviem khimicheskikh faktorov sredy [Assessment of the level and spectrum of contamination of biological media in children with chronic duodenitis caused by the influence of chemical factors]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2008, no. 11, pp. 33–35 (in Russian).

9. Sbornik metodik po opredeleniyu khimicheskikh soedineniy v biologicheskikh sredakh. MUK 4.1.772-99 [Collection techniques for the determination of chemical compounds in biological fluids. Methodical instructions 4.1.772-99]. Moscow, 1999, pp. 87–96 (in Russian).

10. Shayakhmetov S.F., D'yakovich M.P., Meshchakova N.M. Otsenka professional'nogo riska narusheniy zdorov'ya rabotnikov predpriyatiy khimicheskoy promyshlennosti [Assessment of professional risk of health disorders in employees working in chemical industries]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2008, no. 8, pp. 27–33 (in Russian).

Зайцева Нина Владимировна – академик РАМН, доктор медицинских наук, профессор, директор ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (тел.: 8 (342) 237 25 34, e-mail: root@fcrisk.ru).

Уланова Татьяна Сергеевна – доктор биологических наук, заведующий отделом химико-аналитических методов исследования ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (тел.: 8 (342)-233-10-37, e-mail: ulanova@fcrisk.ru).

Нурисламова Татьяна Валентиновна – доктор биологических наук, заведующий лабораторией методов газовой хроматографии ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (тел.: 8 (342)-233-10-37, e-mail: nurtat@fcrisk.ru).

Малютина Наталья Николаевна – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, главный профпатолог Пермского края, заведующая кафедрой профессиональных болезней и терапии с курсом профпатологии ФПК и ППС ГБОУ ВПО «ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера Минздрава РФ» (тел.: 8(342)2777-966, e-mail: dr-malyutina@yandex.ru).

Тараненко Людмила Андреевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры профессиональных болезней и терапии с курсом профпатологии ФПК и ППС ГБОУ ВПО «ПГМА им.ак. Е.А.Вагнера Минздрава РФ» (тел.: 8(342)230-42-01, e-mail: taranenkol@yandex.ru).

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82.

ГБОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26.

Zaitseva Nina Vladimirovna – Professor, DSc in Medicine, fellow of the Russian Academy of Medical Sciences, Director of the Federal Scientific Center for Medical and Prophylactic Health Risk Management Technologies (tel.: 8 (342) 237-25-34, e-mail: root@fcrisk.ru).

Ulanova Tatyana Sergeevna – Doctor of Biological Science, head of the Department of Analytical Chemistry Analysis of the Federal Scientific Center for Medical and Prophylactic Health Risk Management Technologies (tel.: 8 (342)-233-10-37, e-mail: ulanova@fcrisk.ru).

Nurislamova Tatyana Valentinovna – Doctor of Biological Science, head of the laboratory of gas chromatography methods, Federal Scientific Center for Medical and Prophylactic Health Risk Management Technologies (tel.: 8 (342)-233-10-37, e-mail: nurtat@fcrisk.ru).

Malyutina Natalya Nikolaevna – Doctor of Medical Science, professor, head of the department of professional diseases and therapy with a course of occupational pathology of the faculty of advanced doctors` training, Perm State Academy of Medicine named after E.A. Vagner, Honoured Doctor of the Russian Federation, head professional pathologist of Perm region (tel.: 8 (342)2777-966, e-mail:dr-malyutina@yandex.ru).

Taranenko Lyudmila Andreevna – Candidate of Medical Science, associate professor of the department of professional diseases and therapy with a course of occupational pathology of the faculty of advanced doctors` training, Perm State Academy of Medicine named after E.A. Vagner (tel.: 8 (342)230-42-01, e-mail: taranenko-la@yandex.ru).

Federal Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies», Russia, Perm, 82 Monastyrskaya st., 614045.

Perm State Academy of Medicine named after ac. E.A. Vagner, Russia, Perm, 26 Petropavlovskaya st., 614990.