

СУДЕБНАЯ МЕДИЦИНА/FORENSIC MEDICINE

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.72>СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ И ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕТАЛЬНОГО СЛУЧАЯ
ОТРАВЛЕНИЯ УГАРНЫМ ГАЗОМ

Научная статья

Арутюнов В.В.^{1,*}, Збруева Ю.В.², Вакуленко И.В.³, Володина В.А.⁴, Григоршева Я.А.⁵¹ORCID : 0000-0002-2674-7108;²ORCID : 0000-0002-8530-0373;³ORCID : 0000-0002-9472-3482;⁴ORCID : 0009-0000-8341-6930;⁵ORCID : 0009-0002-3138-242X;^{1, 2, 3, 4, 5} Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (arutyunov2222[at]yandex.ru)

Аннотация

Отравление угарным газом (СО) — серьезная медико-социальная проблема. В работе изучены механизмы токсического воздействия СО, патофизиологические изменения и их судебно-медицинское значение на примере конкретного случая смерти.

Цель исследования — анализ механизмов интоксикации СО и его влияния на организм. Использованы методы судебно-медицинского анализа, включая секционное и гистологическое исследования. Выявлены характерные признаки отравления: гипоксия, карбоксигемоглобин в крови (75,3%), отек мозга и легких, полнокровие внутренних органов.

Результаты подтверждают летальное воздействие СО и подчеркивают значимость судебно-медицинской экспертизы. Высокая аффинность СО к гемоглобину вызывает гипоксию, поражая ЦНС и сердечно-сосудистую систему [6]. Работа акцентирует необходимость профилактики, включая вентиляцию и детекторы угарного газа.

Ключевые слова: угарный газ, отравление, карбоксигемоглобин, гипоксия, судебная медицина.

**FORENSIC AND PATHOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF A FATAL CASE OF CARBON
MONOXIDE POISONING**

Research article

Arutyunov V.V.^{1,*}, Zbrueva Y.V.², Vakulenko I.V.³, Volodina V.A.⁴, Grigorsheva Y.A.⁵¹ORCID : 0000-0002-2674-7108;²ORCID : 0000-0002-8530-0373;³ORCID : 0000-0002-9472-3482;⁴ORCID : 0009-0000-8341-6930;⁵ORCID : 0009-0002-3138-242X;^{1, 2, 3, 4, 5} Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

* Corresponding author (arutyunov2222[at]yandex.ru)

Abstract

Carbon monoxide (CO) poisoning is a serious medical and social problem. The work studies the mechanisms of toxic effects of CO, pathophysiological changes and their forensic medical significance on the example of a specific case of death.

The aim of the study was to analyse the mechanisms of CO intoxication and its effect on the body. Methods of forensic analysis, including sectional and histological studies, were used. Characteristic signs of poisoning were found: hypoxia, carboxyhaemoglobin in the blood (75.3%), brain and lung oedema, full blood vessels of internal organs.

The results confirm the lethal effects of CO and emphasise the importance of forensic analysis. The high affinity of CO to haemoglobin causes hypoxia, affecting the CNS and cardiovascular system [6]. The work emphasises the necessity of prevention, including ventilation and carbon monoxide detectors.

Keywords: carbon monoxide, poisoning, carboxyhaemoglobin, hypoxia, forensic medicine.

Введение

Актуальность исследования. Отравление угарным газом (СО) — серьезная медико-социальная проблема. Согласно отчету GBD 2021, в 2021 году непреднамеренное отравление угарным газом стало причиной 28 900 смертей (95% ДИ: 21 700–32 800). Уровень смертности составил 0,366 на 100 000 населения, при этом на долю мужчин пришлось 70% всех летальных исходов, а наиболее уязвимой группой стали лица в возрасте 85 лет и старше. Самые высокие показатели зафиксированы в Молдове, Монголии и России, что связано с суровыми зимами и использованием альтернативных источников обогрева на фоне перебоев с электричеством [1].

При ретроспективном анализе летальных исходов от острых отравлений за 2008–2017 года по Астраханской области, отравления угарным газом, приведшие к летальному исходу, стоят на втором месте, и составляют 965 случаев (28,4%) [2].

Согласно данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай» за первое полугодие 2023 года, отравление угарным газом заняли второе место среди острых бытовых отравлений, доля которых составила 31,6% от

общего числа. Отмечается что в сравнении с прошлыми годами, частота подобных отравлений снизилась в 1,4 раза, однако случаи отравления с летальным исходом выросли в 2 раза [3].

К примеру в Самаркандской области Узбекистана в 2014–2023 годах смертельные отравления СО составили 7,3% (626 из 9054 случаев насильственной смерти). Угарный газ (СО) стал основной причиной среди всех отравлений — 51% (319 случаев), что составляет 3,5% от общего числа насильственных смертей. Как отмечается в исследовании, большая доля летальных отравлений угарным газом происходила зимой (60%), весной — 24%, осенью (только в ноябре) — 11%, летом — 7%. В других областях Узбекистана прослеживается похожая картина: Навоийская — 51,3%, Джизакская — 76,3%, Сырдарьинская — 34,3%, Ташкентская — 57,2% [4].

По данным ВОЗ, ежегодно сотни тысяч людей подвергаются его воздействию. В США отравление СО приводит к множеству смертей и обращений за медицинской помощью. В России показатель смертности от угарного газа, особенно возрастает зимой, из-за отопления и плохой вентиляции [5].

СО опасен отсутствием запаха, цвета и вкуса, затрудняющим обнаружение. Вдыхание газа при недостаточной вентиляции вызывает гипоксию, что может привести к летальному исходу. Медицинские и судебные аспекты отравления СО важны при расследовании смертей в замкнутых пространствах [7], [10].

СО — гемический яд, блокирующий гемоглобин и образующий карбоксигемоглобин (HbCO), что препятствует транспортировке кислорода. По данным исследования EMBASE и Cochrane Library подтверждают, что его аффинность к гемоглобину в 200–250 раз выше, чем у кислорода, вызывая гипоксию тканей, поражая ЦНС и сердечно-сосудистую систему. Даже кратковременное воздействие СО вызывает нейротоксические эффекты [11], [12], [13], [14].

Цели и задачи исследования: настоящая работа ставит своей целью изучение механизмов токсического воздействия угарного газа, морфологических и биохимических изменений на примере конкретного случая смерти от оксида углерода II. Специфическими задачами являются: анализ патогенетических механизмов воздействия угарного газа, патофизиологические, патоанатомические изменения в тканях и органах человека, а также их судебно-медицинское значение.

В написании данной работы использованы результаты судебно-медицинского исследования трупа с применением морфологического метода, а именно секционного и гистологического [5], [6].

Основные результаты

На судебно-медицинское исследование представлен труп гр-ки К*, 68 лет, который обнаружен по мету жительства. Для осмотра трупа на месте его обнаружения была следственно-оперативная группа, в состав которой входил врач-судебно-медицинский эксперт. Задача врача-судебно-медицинского эксперта являлась констатация факта наступления смерти, диагностика наличия телесных повреждений у трупа.

Прибыв на место происшествия следственно-оперативная группа преступила к работе. Следователь проводил осмотр трупа с участием специалиста в области судебной медицины. Данный специалист описав позу, трупные явления покойного, обратил внимание, что трупные пятна имеют красно-розовый оттенок. На момент осмотра труп женщины располагался на кровати и был накрыт одеялом. Труп был без одежды. Из объяснений родных стало известно, что перед смертью женщина жаловалась на повышение артериального давления и давящие боли за грудиной. В процессе осмотра, врач-судебно-медицинский эксперт стал задавать вопросу родным о том, как именно было обнаружено тело. Родственники пояснили, что гр-ка К*, 68 лет, была обнаружена в бане, где проводила регулярные гигиенические мероприятия. Данная ситуация требовала осмотра помещения бани. Следственно-оперативная группа после преступила к осмотру данного помещения.

Данное помещение бани представляло деревянное строение размером 5,6х2,6 см. Вход осуществлялся через деревянную дверь в помещение предбанника, размером 2,5х2,3 см. Из данного помещения осуществлялся вход в парную, размером 2,3х3,1 см, которая являлась также моечной, где располагался деревянный пол и дровяная печь. Родственники пояснили, что обнаружили тело гр-ки К*, 68 лет, на полу в данном помещении. При осмотре помещения парной, а именно дровяной печи, установлено, что металлическая основная заслонка печи закрыта. Данные обстоятельства подтвердили мысль врача-судебно-медицинского эксперта, что возможно смерть наступила в результате токсического действия угарного газа.

После проведенного осмотра трупа на месте его обнаружения тело было направлено в морг бюро судебно-медицинской экспертизы для проведения медицинской судебной экспертизы.

В процессе экспертизы трупа было установлено, что трупные явления характерны первым суткам наступления смерти. Трупные пятна имеют красно-розовый характер, интенсивные. Видимые слизистые оболочки имеют такой же характерный цвета.

При внутреннем исследовании трупа обращало на себя внимание, что выражено полнокровие внутренних органов, присутствует жидкий характер крови. Кровь имела ярко алый оттенок. При внутреннем исследовании выявлено наличие отека мозга и легких, дряблость сердечной мышцы.

В легких при исследовании обнаруживались эритроцитарные тромбы в сосудах, лейкосты в капиллярах. Вены и артерии легких были полнокровны, а также обнаруживались в бронхах копоть. Полнокровие сосудов практически всех внутренних органов (особенно артерий сердца, капилляров и центральных вен печени, коры почек), выраженность геморрагического синдрома (многочисленные и крупные кровоизлияния в легкие, диафрезные кровоизлияния в миокард, в центр долек печени, в капсулы клубочков почек, в вещество мозга), образование гиалиновых тромбов в венах мозга, отсутствие синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания (иногда встречаются локальные эритроцитарные микротромбы в легких). Наиболее тяжело поражается головной мозг, что проявляется фибриноидным некрозом сосудов, деструктивным отеком, очагами базофильной дегенерации белого вещества и образованием острых микрокист. Для отравления угарным газом характерны также наличие первичной мочи в капсулах клубочков (признак быстрой смерти и отсутствия шоковой перестройки кровотока), пигментные цилиндры в

просветах канальцев почек (вероятно, в связи с позиционными некрозами мышц) и сливающиеся альвеолярных макрофагов в просвет альвеол.

Концентрация карбоксигемоглобина в крови составляла 75,3%. Этиловый алкоголь в крови и моче трупа был не обнаружен.

Обсуждение

Угарный газ (СО) представляет собой чрезвычайно токсичное соединение, связывающееся с гемоглобином крови и образующее устойчивый комплекс карбоксигемоглобина (HbCO). Это значительно снижает способность крови к переносу кислорода. Аффинность гемоглобина к СО в 200–250 раз выше, чем к кислороду, что вызывает выраженную гипоксию, особенно поражая центральную нервную систему и миокард. Одним из ключевых механизмов токсического действия является ингибирование митохондриальных ферментов, таких как цитохром-с-оксидаза, что приводит к окислительному стрессу, накоплению свободных радикалов и активации клеточной гибели [8], [11].

Острое отравление СО сопровождается гипоксическими изменениями, которые проявляются макроскопически и микроскопически. В головном мозге наблюдается выраженный отек, обесцвечивание серого вещества, а также некротические повреждения в гиппокампе и базальных ядрах, особенно в бледном шаре. Из-за нехватки кислорода могут возникать кровоизлияния и микроваскулярные изменения [5], [8]. Сердечная ткань также страдает: отмечается отек, ишемический некроз миокарда и интерстициальные кровоизлияния, особенно в подэндокардиальных слоях [9]. В легких фиксируются отек, гиперемия и множественные кровоизлияния в перибронхиальных и периваскулярных областях. Характерным признаком является вишнево-красный оттенок кожи и слизистых оболочек, обусловленный высоким уровнем HbCO в крови [14].

Судебно-медицинская экспертиза играет важную роль в подтверждении диагноза отравления СО, особенно в случаях внезапной смерти. Хроническое или острое воздействие газа вызывает выраженную гипоксию, метаболический ацидоз и серьезные повреждения митохондриального аппарата клеток. Нейротоксические и кардиотоксические эффекты приводят к необратимым изменениям в мозге и сердечной ткани, что подтверждается патологоанатомическим анализом. Основные маркеры отравления угарным газом включают вишнево-красные пятна на коже и слизистых оболочках, отек мозга, некроз миокарда и гиперемию легких. Эти находки остаются ключевыми в судебной практике для установления причины смерти при подозрении на воздействие СО.

Заключение

В процессе производства медицинской судебной экспертизы трупа, а также грамотно проведенной осмотра трупа на месте происшествия с участием специалиста в области судебной медицины позволило установить причину смерти.

С учетом высокого уровня смертности от отравления угарным газом важно проводить профилактические мероприятия, особенно в зимний период, когда возрастает риск несчастных случаев, связанных с использованием отопительного оборудования в замкнутых помещениях. Установление и поддержание стандартов для вентиляции и использования детекторов угарного газа может значительно снизить смертность и заболеваемость от СО-интоксикации.

Таким образом, данный случай демонстрирует практическую значимость своевременного выявления признаков гипоксии и применения мер предосторожности для предотвращения подобных исходов.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Madeline M. Carbon monoxide poisoning: largely preventable. / M. Madeline, H. Erin, O. Liane // Lancet Public Health. — 2023. — 8. — P. 827. — URL: [http://www.thelancet.com/article/S2468-2667\(23\)00249-9/fulltext](http://www.thelancet.com/article/S2468-2667(23)00249-9/fulltext) (accessed: 14.04.25). — DOI: 10.1016/S2468-2667(23)00249-9.
2. Джуваляков П.Г. Характеристика отравлений в астраханской области за период с 2008 по 2017 год / П.Г. Джуваляков, Ю.В. Збруева, Д.В. Богомолов // Актуальные вопросы современной медицины: материалы III Международной конференции Прикаспийских государств.; под ред. Галимзянов Х.М., Башкина О.А. — Астрахань: Астраханский государственный медицинский университет, 2018. — С. 54–55. — EDN YYLNRR.
3. Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай» Данные мониторинга острых отравлений химической этиологии за 6 месяцев 2023 года [Электронный ресурс] / Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай» // fbuz04.ru. — 2023. — URL: <https://www.fbuz04.ru/index.php/o-centre/press-sluzhba/dannye-monitoringa-ostrykh-otravlenij-khimicheskoy-etologii-za-6-mesyatsev-2023-goda>. (дата обращения: 14.04.25)
4. Рахмонов Х.Ю. Судебно-медицинские аспекты отравления угарным газом в региональных филиалах Республиканского научно-практического центра СМЭ Узбекистана. / Х.Ю. Рахмонов, О.Э. Ирискулов, Ш.У. Баходирова и др. // Международный журнал теории новейших научных исследований. — 2024. — 10. — С. 97–100. — URL: <https://inlibrary.uz/index.php/ijrs/article/view/60202?ysclid=m9gyt4k29167799113> (дата обращения: 14.04.25). — DOI: 10.1016/j.toxrep.2020.01.005.

5. Джувалыков П.Г. Судебно-медицинская оценка типа и темпа танатогенеза при некоторых видах смерти / П.Г. Джувалыков [и др.]. — Астрахань: Астраханский ГМУ, 2017. — 51 с.
6. Джувалыков П.Г. Танатогенетический анализ в патологии и судебной медицине / П.Г. Джувалыков [и др.]. — федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Астраханский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2016.
7. Хохлов В.В. Судебная медицина: Руководство.-3-е изд., перераб. и доп. / В.В. Хохлов. — Смоленск, 2010. — 992 с.
8. Порсуков Э.А. Судебно-медицинская диагностика отравлений угарным газом / Э.А. Порсуков // Абусуевские чтения : Материалы X всероссийской научно-практической конференции, Махачкала, 22 декабря 2023 года. — Махачкала: Издательско-полиграфический центр ДГМУ, 2023. — С. 99–104. — EDN DFTSDR.
9. Индиаминов С.И. Поражение структур головного мозга при остром отравлении угарным газом / С.И. Индиаминов, А.А. Ким // Судебно-медицинская экспертиза. — 2021. — Т. 64, №. 4. — С. 17–21.
10. Jefendiev I. Diagnosis and treatment of toxic effects of carbon monoxide / I. Jefendiev, R. Shiralieva, R. Aliev [et al.]. // Eurasian Journal of Clinical Sciences Principals: Update In Medicine. — 2019. — № 1. — P. 1–10.
11. Mailloux R.J. An update on mitochondrial reactive oxygen species production / R.J. Mailloux // Antioxidants. — 2020. — Vol. 9, №. 6. — P. 472.
12. Beppu T. The role of MR imaging in assessment of brain damage from carbon monoxide poisoning: a review of the literature / T. Beppu // American Journal of Neuroradiology. — 2014. — Vol. 35, №. 4. — P. 625–631.
13. Chenoweth J.A. Carbon monoxide poisoning / J.A. Chenoweth, T.E. Albertson, M.R. Greer // Critical care clinics. — 2021. — Vol. 37, №. 3. — P. 657–672.
14. Abramov A.Y. Carbon Monoxide: A Pleiotropic Redox Regulator of Life and Death / A.Y. Abramov, I. Myers, P.R. Angelova // Antioxidants. — 2024. — Vol. 13, №. 9. — P. 1121.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Madeline M. Carbon monoxide poisoning: largely preventable. / M. Madeline, H. Erin, O. Liane // Lancet Public Health. — 2023. — 8. — P. 827. — URL: [http://www.thelancet.com/article/S2468-2667\(23\)00249-9/fulltext](http://www.thelancet.com/article/S2468-2667(23)00249-9/fulltext) (accessed: 14.04.25). — DOI: 10.1016/S2468-2667(23)00249-9.
2. Dzhuvalyakov P.G. Kharakteristika Otravlenii V Astrakhanskoi Oblasti Za Period S 2008 Po 2017 God [Characteristics Of Poisoning In The Astrakhan Region For The Period From 2008 To 2017] / P.G., Dzhuvalyakov, Yu.V., Zbrueva, D.V. Bogomolov // Aktual'nye voprosy sovremennoj mediciny: materialy III Mezhdunarodnoj konferencii Prikaspijskih gosudarstv [Topical issues of modern medicine: proceedings of the III International Conference of the Caspian Littoral States]; edited by Galimzyanov Kh.M., Bashkina O.A — Astrakhan: Astrakhan State Medical University, 2018. — P. 54–55. — EDN YYLNRR. [in Russian]
3. Federal'noe byudzhetnoe uchrezhdenie zdravooxraneniya «Centr gigieny' i e'pidemiologii v Respublike Altaj» Dannyye monitoringa ostry'x otravlenij ximicheskoy e'tiologii za 6 mesyacev 2023 goda [Monitoring data on acute poisoning of chemical etiology for 6 months of 2023] [Electronic source] / Federal'noe byudzhetnoe uchrezhdenie zdravooxraneniya «Centr gigieny' i e'pidemiologii v Respublike Altaj» // fbuz04.ru. — 2023. — URL: <https://www.fbuz04.ru/index.php/o-centre/press-sluzhba/dannye-monitoringa-ostrykh-otravlenij-khimicheskoy-etologii-za-6-mesyatsev-2023-goda> . (accessed: 14.04.25) [in Russian]
4. Raxmonov X.Yu. Sudebno-medicinskie aspekty' otravleniya ugarnym gazom v regional'ny'x filialax Respublikanskogo nauchno-prakticheskogo centra SME' Uzbekistana [Forensic aspects of carbon monoxide poisoning in regional branches of the Republican Scientific and Practical Center of the Ministry of Health of Uzbekistan]. / X.Yu. Raxmonov, O.E'. Iriskulov, Sh.U. Baxodirova et al. // International Journal of the Theory of the Latest Scientific Research. — 2024. — 10. — P. 97–100. — URL: <https://inlibrary.uz/index.php/ijrs/article/view/60202?ysclid=m9gyt4k29167799113> (accessed: 14.04.25). — DOI: 10.1016/j.toxrep.2020.01.005. [in Russian]
5. Dzhuvalyakov P.G. Sudebno-medicinskaja ocenka tipa i tempa tanatogeneza pri nekotoryh vidah smerti [Forensic evaluation of the type and rate of thanatogenesis in some types of death] / P.G. Dzhuvalyakov [et al.]. — Astrakhan: Astrakhan State Medical University, 2017. — 51 p. [in Russian]
6. Dzhuvalyakov P.G. Tanatogeneticheskij analiz v patologii i sudebnoj medicine [Thanatogenetic analysis in pathology and forensic medicine] / P.G. Dzhuvalyakov [et al.]. — Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2016. [in Russian]
7. Hohlov V.V. Sudebnaja medicina: Rukovodstvo.-3-e izd., pererab. i dop [Forensic medicine: Manual. 3rd edition, revised and supplemented] / V.V. Hohlov. — Smolensk, 2010. — 992 p. [in Russian]
8. Porsukov Je.A. Sudebno-medicinskaja diagnostika otravlenij ugarnym gazom [Forensic diagnosis of carbon monoxide poisoning] / Je.A. Porsukov // Abusuevskie chteniya : Materialy X vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Mahachkala, 22 dekabrja 2023 goda [Abusuev Readings : Proceedings of the X All-Russian Scientific and Practical Conference, Makhachkala, 22 December 2023]. — Mahachkala: Publishing and Printing Centre of DSMU, 2023. — P. 99–104. — EDN DFTSDR. [in Russian]
9. Indiaminov S.I. Porazhenie struktur golovnogogo mozga pri ostrom otravlenii ugarnym gazom [Forensic medical expertise] / S.I. Indiaminov, A.A. Kim // Sudebno-medicinskaja jekspertiza [Forensic medical expertise]. — 2021. — Vol. 64, №. 4. — P. 17–21. [in Russian]
10. Jefendiev I. Diagnosis and treatment of toxic effects of carbon monoxide / I. Jefendiev, R. Shiralieva, R. Aliev [et al.]. // Eurasian Journal of Clinical Sciences Principals: Update In Medicine. — 2019. — № 1. — P. 1–10.
11. Mailloux R.J. An update on mitochondrial reactive oxygen species production / R.J. Mailloux // Antioxidants. — 2020. — Vol. 9, №. 6. — P. 472.

12. Beppu T. The role of MR imaging in assessment of brain damage from carbon monoxide poisoning: a review of the literature / T. Beppu // American Journal of Neuroradiology. — 2014. — Vol. 35, №. 4. — P. 625–631.
13. Chenoweth J.A. Carbon monoxide poisoning / J.A. Chenoweth, T.E. Albertson, M.R. Greer // Critical care clinics. — 2021. — Vol. 37, №. 3. — P. 657–672.
14. Abramov A.Y. Carbon Monoxide: A Pleiotropic Redox Regulator of Life and Death / A.Y. Abramov, I. Myers, P.R. Angelova // Antioxidants. — 2024. — Vol. 13, №. 9. — P. 1121.