

УДК 340.661
ОСОБЕННОСТИ СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТРУПА
ПРИ ОТРАВЛЕНИИ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ

¹Жигалова Г.Г.

¹Ставропольский филиал федерального государственного казенного образовательного учреждения высшего образования «Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации», Ставрополь, e-mail: gigalovagalina@yandex.ru

Цель исследования. Для судебно-медицинских экспертов, как и для следователей, важным моментом выступает установление причины смерти. **Цель исследования:** изучить признаки воздействия углекислого газа на организм человека при осмотре места происшествия и трупа при подозрении на смерть в результате отравления углекислым газом путем знакомства с данными литературы, охватывающей изменения в теле живых лиц и трупов в связи с отравлением углекислым газом.

Материалы и методы исследования: В литературный обзор статьи вошли исследования воздействия углекислого газа на живой организм через изучение физиологического эффекта углекислого газа и медицинских последствий действия углекислого газа на организм человека. Исследования, касающиеся других причин асфиктической смерти, в исследование включены не были.

Результаты и их обсуждение. Проведенное исследование показало, что при осмотре трупа специфических признаков, которые могут указывать на признаки наступления смерти в результате отравления углекислым газом как одной из причин насильственной смерти, не обнаружено. При контакте тела с сухим льдом на теле остаются следы ожогов. В то же время при вскрытии трупа признаки, указывающие на отравление углекислым газом, сопоставимы с признаками наступления смерти в результате асфиксии.

Заключение. К отдельным признакам, на которые необходимо обратить внимание лицам, участвующим в осмотре места происшествия и трупа при подозрении на смерть в результате отравления углекислым газом, можно отнести замкнутость помещения, наличие признаков ожогов от действия сухого льда. Осмотр места происшествия требует от участников соблюдения мер безопасности, так как углекислый газ не имеет особых признаков, позволяющих определить его без специальных исследований.

Ключевые слова: отравление, углекислый газ, осмотр трупа, гипоксия, асфиксия, сухой лед, асфиктическая смерть, аноксия, гиперкапния.

FEATURES OF FORENSIC MEDICAL EXAMINATION OF A CORPSE IN CASE
OF CARBON DIOXIDE POISONING

¹Zhigalova G.G.

¹Stavropol branch of the Federal state-owned educational institution of higher Education «Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation», Stavropol, e-mail: gigalovagalina@yandex.ru

The purpose of the study: For forensic experts, as well as for investigators, the establishment of the cause of death is an important point. **The purpose of the study:** to study the signs of carbon dioxide exposure to the human body when examining the scene of an accident and a corpse with suspected death as a result of carbon dioxide poisoning by reviewing the literature data covering changes in the body of living persons and corpses due to carbon dioxide poisoning.

Materials and methods of research: The literary review of the article includes studies of the effects of carbon dioxide on a living organism through the study of the physiological effect of carbon dioxide and the medical effects of carbon dioxide on the human body. Studies on other causes of asphyxic death were not included in the study.

The results and their discussion. The study showed that when examining the corpse, no specific signs were found that may indicate signs of death as a result of carbon dioxide poisoning as one of the causes of violent death. When the body comes into contact with dry ice, burn marks remain on the body. At the same time, upon autopsy of a corpse, signs indicating carbon dioxide poisoning are comparable to signs of death as a result of asphyxia.

Conclusion. The individual signs that need to be paid attention to by persons participating in the inspection of the scene and the corpse in case of suspected death as a result of carbon dioxide poisoning include the closeness of the room, the presence of signs of burns from the action of dry ice. Inspection of the scene requires participants to comply with safety measures, since carbon dioxide does not have special signs that allow it to be determined without special studies.

Keywords: poisoning, carbon dioxide, examination of the corpse, hypoxia, asphyxia, dry ice, asphyxiating death, anoxia, hypercapnia.

Введение. Углекислый газ – продукт обмена веществ, образующийся при дыхании человека, животных, растений [1]. В причинах насильственной смерти отравление продуктами обмена углерода встречается в двух основных формах: отравление окисью углерода – CO (угарным газом) и двуокисью углерода – CO₂ (углекислым газом). И, если признаки отравления угарным газом широко известны и подробно описаны в литературе [2], то признаки отравления углекислым газом встречаются значительно реже. Подобное обстоятельство можно объяснить более высокой частотой встречаемости и выявления случаев отравления и наступления смерти при отравлении монооксидом углерода, образующимся при горении, нежели случаев отравления диоксидом углерода (углекислым газом). Авторы рассматривали случаи наступления смерти в результате отравления продуктами горения и пришли к выводам, что «установление причины наступления смерти в очагах пожара должно проводиться с учетом определения в крови и тканях погибших химических веществ, образующихся в процессе сгорания предметов обстановки помещения» [3, с. 33]. Как считает В.Д. Гладких, «среди токсичных продуктов горения наибольшую опасность представляют монооксид углерода (CO) и цианиды (HCN), ингаляционное поражение которыми сопровождается быстрым развитием гипоксии» [4, с. 24].

В литературе описан случай использования углекислого газа как способ убийства и самоубийства, при котором не остается практически никаких следов. Так, посредством полиэтиленового пакета и баллончика с углекислым газом, предназначенным для удобрения растений, глава семьи совершил убийство жены и двух детей, находящихся во сне, с использованием углекислого газа [5].

Авторы встретили в литературе случай наступления смерти вследствие врачебной ошибки при сниженной подаче кислорода в условиях избытка углекислого газа и развития углекислого наркоза [6].

Случаи смерти в указанных обстоятельствах не единичны. Погибают люди, пытающиеся спасти пострадавших. Сходные случаи происходили и происходят ежегодно в разных уголках страны, унося жизни трудоспособного населения.

Под угрозой наступления смерти в результате отравления углекислым газом в бескислородном пространстве находятся диггеры, работники водоканалов, ассенизаторы. Кроме отравления углекислым газом, лица данного рода занятий получают смешанную форму отравления химическими веществами, образующимися при гниении органических веществ: метана, аммиака, сероводорода.

Добавлено примечание ([C1]): химическими веществами,: метаном, аммиаком, сероводородом

В связи с тем, что признаки как прижизненного, так и посмертного отравления угарным газом достаточно наглядны и хорошо известны, не представляет сложности выявить их при наружном осмотре трупа: при отравлении монооксидом углерода на теле трупа обнаруживают ярко-розовые трупные пятна. При отравлении угарным газом у живого человека наблюдают тошноту, рвоту, головокружение, сонливость, угнетение сознания, судороги и т.п. [7]. Признаки отравления углекислым газом не столь очевидны. Автором проведен анализ литературных источников с целью определения изученности вопроса особенностей осмотра трупа и места происшествия при обнаружении трупа в случае возможного отравления углекислым газом.

Определяя причину и признаки наступления смерти **в результате отравления** CO₂, необходимо проанализировать изменения, которые происходят в организме человека под влиянием нехватки кислорода и при избытке углекислого газа.

Цель исследования. Дать судебно-медицинскую, физиологическую характеристику признаков отравления и признаков наступления смерти в результате отравления углекислым газом. Установить основные признаки воздействия различных форм углекислого газа на тело пострадавшего. Выявить особенности осмотра тела пострадавшего с подозрением на отравление углекислым газом в случаях убийства, самоубийства, а также при несчастных случаях при подозрении на отравление углекислым газом. Проанализировать источники литературы с целью поиска примеров судебно-медицинского исследования тела с признаками воздействия углекислого газа на тело пострадавшего, **а также** в результате отравления углекислым газом.

Добавлено примечание ([C2]): а также погибшего

Материалы и методы исследования. Литературный обзор проведен посредством изучения статей, монографий, иных источников через базы данных eLIBRARY, PubMed, путем поисковых запросов «отравление углекислым газом», «отравление CO₂», «отравление двуокисью углерода», «признаки смерти при отравлении углекислым газом». Найденные ссылки проанализированы на предмет соответствия медицинским, судебно-медицинским и физиологическим аспектам воздействия углекислого газа на организм человека. В статью включены случаи описания признаков действия углекислого газа при внутреннем и наружном исследовании трупа в случаях, соответствующих условиям токсического воздействия CO₂ на организм человека. Из подборки исключены случаи исследования трупа при наступлении смерти в условиях воздействия иных причин асфиктической смерти, смерти в результате отравления алкоголем. **В завершение в обзор вошли** 43 источника, охватывающих период с 1996 по 2024 годы, включенные в обзор литературы. Научно-литературный поиск выполнен путем применения способа систематического обзора. При подготовке обзора использованы современные принципы [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Углекислый газ (CO_2) – это газ без запаха и цвета. В атмосфере углекислый газ присутствует в газообразном виде. В промышленности углекислый газ транспортируют в виде сухого льда [9] или в виде сжиженного газа [10]. Сухой лед широко используется для создания эффекта тумана на мероприятиях развлекательного характера.

В естественных условиях в окружающей среде углекислый газ образуется в процессе дыхания, а также содержится в атмосферном воздухе. В связи с тем, что молекулярная масса углекислого газа больше молекулярной массы воздуха, в атмосфере CO_2 скапливается в низинах, на дне замкнутых помещений, колодцев, вытесняя кислород из воздуха [11].

В повседневной жизни углекислый газ образуется в результате горения, брожения, при приготовлении алкогольных напитков, в результате выхлопов автомобиля [12]. Образование углекислого газа наблюдают при выбросах выхлопа гейзера, эксплуатации скафандров при глубоководных работах [13], аппаратов для подводного дыхания [14], использовании при плавании маски с очень длинной воздухопроводной трубкой. Углекислый газ применяется в качестве средства для тушения огня благодаря своей способности вытеснять из воздуха кислород, также активно используется в пищевой промышленности для газирования напитков [15]. В медицине углекислый газ нагнетают в брюшную полость при лапароскопических операциях для визуализации внутренних органов [16].

Попадая в организм человека при дыхании, углекислый газ пассивно всасывается через поверхность легких. Также пассивное всасывание углекислого газа возможно в небольших количествах через кожу. Током крови в виде бикарбонатов и карбгемоглобина углекислый газ переносится по организму. Выведение углекислого газа происходит через легкие, почки. Бикарбонаты крови составляют одну из буферных систем крови, регулирующих кислотно-щелочное равновесие в организме [17]. Так как углекислый газ не имеет запаха, не вызывает раздражения слизистых оболочек, отравление CO_2 проходит незаметно для пострадавшего, вызывая тихую асфиксию. В организме человека изменения концентрации углекислого газа в крови приводят к стимуляции хеморецепторов каротидного синуса, дуги аорты, а также рецепторов продолговатого мозга. Повышение содержания углекислого газа в крови вызывает метаболический ацидоз [18] и приспособительные реакции для поддержания гомеостаза: тахикардию, тахипноэ, вазодилатацию преимущественно сосудов лица. В условиях закисления внутренней среды организма углекислый газ оказывает прямое токсическое действие, вызывая в организме признаки удушья [19]. Дальнейшая гиперкапния приводит к гипоксии и одышке. Продолжающееся расширение сосудов головного мозга провоцирует развитие выраженной головной боли, аритмии. В условиях гиперкапнии при прижизненном воздействии углекислого газа на организм человека возрастают частота сердечных

сокращений, величина сердечного выброса, среднее артериальное давление [20, 21]. В условиях концентрации CO₂ во вдыхаемом воздухе свыше 10% у пострадавшего наблюдают судороги, глубокое угнетение сознания, что в дальнейшем заканчивается наступлением смерти [15]. Мгновенная смерть наступает от паралича дыхательного центра при концентрации углекислого газа во вдыхаемом воздухе в количестве, превышающем 10–30% [22].

В литературе описан случай утечки углекислого газа из баллонов грузового судна, в результате которой концентрация углекислого газа в воздухе повысилась за короткий период до 85%, что повлекло гибель 10 человек. У одного из погибших до момента наступления смерти спасатели наблюдали выраженный цианоз и остановку сердца [23].

Выявление случаев отравления углекислым газом у живого человека не представляет затруднения. Химико-токсикологическое исследование направлено на определение парциального напряжения кислорода и углекислого газа в артериальной крови, а также проведение капнографии [24]. Капнография позволяет зафиксировать уровень углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе, широко используется в анестезиологии и реаниматологии. В то же время **результаты** химико-токсикологических исследований последствий снижения содержания кислорода и повышения концентрации углекислого газа в организме **неэффективны**.

Смерть в результате отравления углекислым газом можно отнести к смерти в результате аноксии – состояния, при котором нарушено поступление кислорода в организм, что приводит к повреждению головного мозга [25]. К числу таких причин можно отнести все те, которые приводят к гипоксии: низкое парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе в условиях подъема в горы или при разгерметизации салона самолета, заболевания системы кровообращения, при которых наблюдается анемия – уменьшение способности крови к переносу кислорода вследствие уменьшения содержания гемоглобина, снижение количества эритроцитов вследствие кровопотери или распада эритроцитов, и иное, а также аноксия вследствие надевания пакета на голову.

При отравлении углекислым газом создаются условия, не связанные напрямую с нехваткой кислорода, а вызванные избытком углекислого газа во вдыхаемом воздухе [26]. В то же время углекислый газ можно отнести к асфиксантам – газам, которые вытесняют кислород из воздуха.

При диагностике смерти в результате отравления CO₂ сначала необходимо определить, к какому виду насильственной смерти можно отнести отравление углекислым газом. Если отталкиваться от отравления продуктами гниения, то данную смерть следует рассматривать

Добавлено примечание ([С3]): содержат мало информации?

как смерть в результате отравления. Если предполагать в качестве причины смерти нехватку кислорода, то данная смерть должна быть отнесена к смерти в результате асфиксии.

Судебно-медицинское исследование трупов на месте обнаружения не дает каких-либо признаков, указывающих на отравление углекислым газом. Симптомы наступления смерти в результате отравления углекислым газом при наружном осмотре трупа проявляются неспецифическими признаками: «обильные темно-багровые трупные пятна сфиолетовым оттенком, резко выраженный цианоз лица и слизистой оболочки губ, иногда шеи и верхней части грудной клетки, точечные кровоизлияния в соединительных оболочках век» [27, с. 141]. При внутреннем исследовании трупа судебные медики обнаруживают точечные кровоизлияния под наружную оболочку сердца, плевру, слизистую желудка, мягкие оболочки мозга, при этом в трупе наблюдается жидкая темная кровь, переполняющая преимущественно правые отделы сердца и внутренние органы, наблюдаются отек и полнокровие головного мозга, малокровие селезенки. Все из указанных изменений наблюдаются при асфиктической смерти и подробно описаны как признаки наступления смерти в результате асфиксии вследствие сдавления и асфиксии в результате закрытия дыхательных путей.

Вскрытие трупа человека, смерть которого наступила в результате нахождения в среде с повышенной концентрацией углекислого газа, показало, что в случае отравления углекислым газом при наружном осмотре трупа могут быть обнаружены цианоз лица, сливные обильные трупные пятна, при внутреннем исследовании – вздутые легкие, заполняющие собой всю грудную клетку, точечные кровоизлияния под плевру, полости сердца переполняются кровью, а также наблюдают полнокровие других органов: мозга, почек, печени, стенки желудка [28].

В литературе описан случай самоубийства мужчины 38 лет с применением сухого льда, помещенного в ванну с водой. При вскрытии тела судебные медики отметили легочную эмфизему при отсутствии заболеваний в анамнезе. Причиной смерти по результатам проведенного исследования назвали асфиксию в результате вытеснения кислорода углекислым газом [29]. При этом специфических признаков, характерных для асфиксии, вызванной избыточным количеством углекислого газа, выявлено не было.

В литературе описан несчастный случай – смерть мужчины 60 лет от отравления углекислым газом, произошедшим при контакте с сухим льдом, использовавшимся для охлаждения гроба. Смерть мужчины наступила при концентрации углекислого газа в воздухе в количестве 24%, подтвержденной экспериментально. Эксперимент доказал, что причиной смерти выступило отравление углекислым газом, а не асфиксия. При этом вскрытие и гистологические исследования трупа не выявили конкретной причины смерти мужчины [30].

Осмотр места происшествия при обнаружении трупа предполагает стандартный осмотр, включающий определение признаков биологической смерти, установление давности наступления смерти, поиск повреждений на теле [31, 32].

При обнаружении трупа с признаками наступления смерти в результате отравления углекислым газом следователи должны соблюдать меры безопасности, чтобы не стать вторичными жертвами. Такие же требования предъявляются к спасателям, очевидцам происшествия, так как риск поражения углекислым газом при благоприятных условиях сохраняется длительное время. Перед осмотром трупа помещение необходимо проветрить, открыв по возможности окна, двери, либо воспользоваться специальными противогазами.

Осмотр трупа на месте его обнаружения не дает лицам, участвующим в процедуре осмотра трупа, никаких специфических признаков, так как патогномоничных результатов наступления смерти в результате асфиксии от отравления углекислым газом не выявлено до сегодняшнего дня.

Однако при вскрытии тела в танатологическом отделении БСМЭ могут быть обнаружены неспецифические признаки, такие как гиперемия внутренних органов, точечные кровоизлияния под плевро петехиального характера, отек и полнокровие головного мозга, гиперемия и отек легких [33]. Сходные изменения наблюдают при исследовании трупа в случаях отравления наркотическими средствами и психотропными веществами [34].

Важную роль в определении причины наступления смерти при отравлении углекислым газом играет обнаружение признаков контакта пострадавшего с сухим льдом как источником углекислого газа – на коже в местах контакта с сухим льдом могут быть обнаружены пузыри со светлой прозрачной жидкостью, напоминающие таковые при отморожении [15].

Судебно-химическая экспертиза при подозрении на смерть в результате отравления углекислым газом предсказать точного уровня CO_2 в биологических жидкостях не сможет, так как углекислый газ образуется и при гниении тела [35], что может дать существенную погрешность и в уровне углекислого газа, и в уровне этилового спирта. Данный факт подтверждает исследование, которое показало, что «процесс ... новообразования этилового спирта в трупной крови при хранении ее при положительной температуре ... продолжается, что необходимо учитывать при оценке данных судебно-химических исследований крови ...» [36, с. 124]. Химико-токсикологическое исследование проводится как стандартное исследование, связанное с определением в теле признаков опьянения – наркотического, алкогольного, лекарственного [37], даже в условиях наступления смерти в результате техногенных катастроф [38]. При судебно-медицинской экспертизе трупа с подозрением на смерть в результате отравления углекислым газом целесообразно проводить расширенное судебно-химическое исследование [39].

На наш взгляд, при внутреннем исследовании трупа с признаками отравления углекислым газом стоит обратить внимание на гистоморфологические изменения внутренних органов, так как в литературе мы встретили исследования, согласно которым при гистоморфологическом исследовании внутренних органов можно отличить внезапную сердечную смерть от смерти в результате острого отравления наркотическими средствами [40]. Также обнаружены патоморфологические изменения внутренних органов при острых отравлениях оксибутановой кислотой [41].

Судебно-медицинские эксперты, как правило, не обращают внимания на отравление углекислым газом, если оно не вызывает подозрений, поскольку при вскрытии не обнаруживаются характерные признаки.

По классификации смерти смерть в результате отравления углекислым газом относится к насильственной, внезапной, возникающей как следствие несчастного случая, аварии на производстве, где используется углекислый газ на заводах, предприятиях. Следовательно при расследовании преступлений, связанных с отравлением углекислым газом, необходимо тщательно осматривать место происшествия на наличие признаков нарушения техники безопасности: на присутствие маркировки на контейнерах с углекислым газом, на надлежащее обращение и постоянный контроль за объектами, содержащими углекислый газ. Ответственность должны нести как работодатели, так и работники указанных производств.

Выводы

1. Углекислый газ, хотя и является жизненно важным для любого живого организма, в высоких концентрациях представляет угрозу жизни человека вследствие своей токсичности. Достаточно часто страдают работники предприятий, занятые на производствах, использующих углекислый газ, в результате несчастного случая на производстве. В ряде случаев причина смерти в результате отравления углекислым газом связана с аномальным составом воздуха в результате пребывания в замкнутых помещениях, подвалах с хранящимися овощами, при нарушенной циркуляции воздуха. Смерть эта, как правило, внезапная.

2. Судебно-медицинский диагноз наступления смерти в результате отравления углекислым газом невозможно установить только по результатам осмотра места происшествия или исследования трупа на месте его обнаружения, так как специфических признаков отравления углекислым газом нет. Следовательно может использоваться как причину смерти диагноз, поставленный на исключении судебным медиком иных причин смерти, оценке сопутствующих наступлению смерти обстоятельств [42].

3. Осмотр места происшествия должен включать в себя действия по определению газового состава воздуха. Особое внимание к содержанию газов в воздухе на рабочих местах пострадавших следует уделить при расследовании аварий на производствах, использующих

углекислый газ. Уголовное дело может быть возбуждено по статье 143 Уголовного кодекса Российской Федерации «Нарушение требований охраны труда» [43].

Заключение

Отравление углекислым газом как причина смерти встречается достаточно редко, но влечет за собой смерть трудоспособных граждан за короткий промежуток времени. В группе риска по наступлению смерти в результате отравления CO₂ находятся работники предприятий, организаций, использующих CO₂ в качестве сухого льда, поставляющих сухой лед, производящих водород, побочным эффектом чего становится избыточное выделение углекислого газа, а также граждане, имеющие погреба, выгребные ямы, в которых хранятся овощи, проходят процессы гниения органических остатков, веществ.

Осмотру места происшествия следует уделить внимание при подозрении на убийство или самоубийство, когда углекислый газ может быть использован как средство для совершения самоубийства или убийства при наличии в обстановке факторов, указывающих на использование углекислого газа, таких как: баллончики, содержащие сжиженный углекислый газ, емкости для сухого льда, пакеты, надетые на голову, закрытие щелей в дверных проемах одеялами, подушками, одеждой. Важную роль в установлении причины смерти в результате отравления углекислым газом играет наличие источника углекислого газа в помещении, где обнаружен труп.

Вскрытие трупа при подозрении на наступление смерти в результате отравления углекислым газом обычно **не даст отклонений**, как и результаты химико-токсикологического исследования, которое не демонстрирует последствий повышенного уровня углекислого газа и снижения кислорода в крови или тканях. Данные внутреннего исследования трупа при отравлении углекислым газом многообразны и неспецифичны, поэтому требуются дальнейшие исследования в указанном направлении.

Судебно-медицинское заключение о наступлении смерти в результате отравления углекислым газом возможно сформировать только на основании осмотра места происшествия при наличии обстоятельств, благоприятствующих наступлению смерти в результате отравления углекислым газом, при исключении иных причин наступления смерти.

Список литературы

1. Околелова А. А., Нгуен Т. В. Особенности эмиссии диоксида углерода в зависимости от природно-климатических условий // Вестник Академии знаний. 2013. № 4(1). С. 182-185. EDN PJKBMN.

2. Индиаминов С. И., Ким А. А. Эпидемиологические аспекты и современный взгляд на ситуацию по отравлению угарным газом // Судебная медицина. 2020. Т. 6. № 4. С. 4-9. DOI 10.19048/fm344. EDN HOMRCC.

3. Жигалова Г. Г. Криминалистические и судебно-медицинские аспекты распознавания отравления при воздействии на организм человека отравляющих веществ, образующихся в результате горения // Эксперт-криминалист. 2023. № 2. С. 32-34. DOI 10.18572/2072-442X-2023-2-32-34. EDN WFHUWC.

4. Гладких В. Д., Баландин Н. В., Вершинина Г. В. Есипов А.В., Алехнович А.В. Состояние и перспективы развития средств антидотной профилактики и терапии ингаляционных поражений токсичными продуктами горения // Госпитальная медицина: наука и практика. 2022. Т. 5. № 4. С. 24-29. DOI 10.34852/GM3CVKG.2022.24.82.005. EDN PMDVCT.

5. Sautter J., Gapert R., Tsokos M., Oesterhelweg L. Murder- suicide by carbon dioxide (CO₂) poisoning: a family case from Berlin, Germany // Forensic Science, Medicine, and Pathology. 2013. Vol. 10. Is. 1.P. 97-102. DOI:10.1007/s12024-013-9495-6

6. Herren T., Achermann E., Hegi T., Reber A., Stäubli M. Carbon dioxide narcosis due to inappropriate oxygen delivery: a case report // J Med Case Rep. 2017. Vol. 11. Is. 1. P 204. DOI: 10.1186/s13256-017-1363-7. PMID: 28750686; PMCID: PMC5532777.

7. Зотов П. Б., Любов Е. Б., Скрябин Е. Г., Кичерова О. А., Жмуров В. А. Угарный газ (СО) среди средств суицидальных действий в России и зарубежом // Суицидология. 2021. Т. 12. № 4(45). С. 82-112. DOI 10.32878/suiciderus.21-12-04(45)-82-112. EDN YRAJNC.

8. Белобородов В. А., Воробьев В. А., Семинский И. Ж., Калягин А. Н. Порядок выполнения систематического обзора и мета-анализа по протоколу PRISMA // Система менеджмента качества: опыт и перспективы. 2023. № 12. С. 5-9. – EDNRSMJTG.

9. Гладких В. Д., Колосова Н. А. Клиническая и посмертная диагностика отравлений диоксидом углерода (Обзор литературы) // Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. 2023. Т. 24. № 1. С. 284-304. EDN PMGQIJ.

10. Ванчугов И. М., Резанов К. С., Шестаков Р. А. К вопросу о транспортировке сжиженного углекислого газа // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2023. Т. 334. № 8. С. 190-209. DOI 10.18799/24131830/2023/8/4016. EDN NYAFET.

11. Аксенов С. Г., Фатхуллин Д. Р. Всесторонний обзор отравления углекислым газом // Научный аспект. 2023. Т. 4. № 12. С. 488-491. EDN CQGJZS.

12. Kettner M., Ramsthaler F., Juhnke C., Bux R., Schmidt P. A fatal case of CO₂ intoxication in a fermentation tank // Journal of Forensic Sciences. 2013. Vol. 58. Is. 2. P. 556-558. DOI: 10.1111/1556-4029.12058

13. Мамаев В. В., Плетенецкий Р. С., Зборщик Л. А., Францев В. И. Применение искусственных газовых сред в изолирующих дыхательных аппаратах // Научный вестник НИИГД Респиратор. 2024. № 2 (61). С. 54-64. EDN UWZVAH.
14. Маркелов Д. С. Разработка и создание аппарата для подводного дыхания // Молодой ученый. 2023. № 29 (476). С. 14-17. EDNBGALNT.
15. Langford N.J. Carbon dioxide poisoning // *Toxicological Reviews*. 2005. Vol. 24. Is. 4. P. 229-235. DOI.org/10.2165/00139709-200524040-00003
16. Агаев Б. А., Муслимов Г. Ф., Ибрагимов Т. Р., Алиева Г. Р. Эффективность увлажненного и согретого CO₂ при лапароскопических операциях // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2013. № 11. С. 35-39. EDNRTPHMJ.
17. Газетдинов Р. Р., Арсланова А. Р. Буферные системы крови // *Академическая публицистика*. 2021. № 6. С. 29-33. EDN HZBKVB.
18. Нгуен Х. К., Баранова И. А., Чучалин А. Г. Постгиперкапнический синдром // *Пульмонология*. 2023. Т. 33. № 3. С. 420-426. DOI 10.18093/0869-0189-2023-33-3-420-426. EDN YQTDEQ.
19. Permentier K., Vercammen S., Soetaert S., Schellemans C. Carbon dioxide poisoning: a literature review of an often forgotten cause of intoxication in the emergency department // *Int J Emerg Med*. 2017. Vol. 10. Is. 1. P. 14. DOI: 10.1186/s12245-017-0142-y. PMID: 28378268; PMCID: PMC5380556.
20. Шалабодина В. А., Волкова А. М. Применение эффекта гиперкапнии для оптимизации работы организма в режиме образовательной деятельности // *Современные вопросы биомедицины*. 2021. Т. 5. № 2(15). С. 27. DOI 10.51871/2588-0500_2021_05_02_27. EDN LJRLWE.
21. Малеев Д. О., Виноградов Е. Г., Исаев А. П., Шевцов А. В. Регуляция интегративной деятельности организма спортсменов в условиях адаптации к нормобарической гипоксии и гиперкапнии // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2021. № 1(191). С. 211-216. DOI 10.34835/issn.2308-1961.2021.1.p211-216. EDN ABVJMP.
22. Shomer N. H., Allen-Worthington K. H., Hickman D. L., Jonnalagadda M., Newsome J. T., Slate A. R., Valentine H., Williams A. M., Wilkinson M. Review of Rodent Euthanasia Methods // *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. 2020. Vol. 59. Is. 3. P. 242-253. DOI: 10.30802/AALAS-JAALAS-19-000084. PMID: 32138808. PMCID: PMC7210730.
23. Song L. L., Zheng Y. J., Jian X. D. Clinical characteristics of acute occupational poisoning caused by carbon dioxide leakage from a cargo ship // *Chinese journal of industrial hygiene and occupational diseases*. 2023. Vol. 41. Is. 4. P. 301-303. DOI: 10.3760/cma.j.cn121094-20220418-00202. PMID: 37248186.

24. Терехов В.А. Сравнительная характеристика принципов измерения концентрации углекислого газа в капнографии // Ползуновский вестник. 2013. № 2. С. 274-277. EDNPJGOEK
25. Федото М. А., Максимович Н. Е., Зиматкин С. М., Бонь Е. И., Грищенко А. И., Бакуш У. А., Гайко Д. В. Сравнительная характеристика морфологических изменений нейронов теменной коры головного мозга крыс при аноксии ишемического и респираторного генеза // Новости медико-биологических наук. 2022. Т. 22. № 4. С. 66-70. EDNFAHJTF.
26. Milroy C. M. Deaths from environmental hypoxia and raised carbon dioxide // Academic Forensic Pathology. 2018. Vol. 8. Is. 1. P. 2-7. DOI: 10.23907/2018.001.
27. Шаменов Р. К. К вопросу об отравлении углекислым газом // Вестник Казахского национального медицинского университета. 2013. № 2. С. 141-143. EDNYUOYKM.
28. Гладких В. Д., Колосова Н. А. Клиническая и посмертная диагностика отравлений диоксидом углерода (Обзор литературы) // Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. 2023. Т. 24. № 1. С. 284-304. EDNPMGQIJ.
29. Righi F. A, Brown P., Hagen C., Quinton R. A. Suicide by Gaseous Displacement of Atmospheric Oxygen With Carbon Dioxide From Dry Ice Sublimation // Am J Forensic Med Pathol. 2022. Vol. 43. Is. 4. P. 369-371. DOI: 10.1097/PAF.0000000000000768
30. Nakamura A., Ninomiya K., Fukasawa M., Ikematsu N., Kawakami Y. Accidental carbon dioxide poisoning due to dry ice during a funeral wake: An autopsy case // Leg Med (Tokyo). 2023. Vol. 64. P. 102298. DOI: 10.1016/j.legalmed.2023.102298
31. Арсланова А. Р., Кангезов М. Р. Вопросы совершенствования процесса осмотра места происшествия и осмотра трупа // Евразийский юридический журнал. 2021. № 9(160). С. 301-302. EDN BTXLMK.
32. Соколов А. Б., Власова А. В., Рогов А. П. Взаимодействие следователя с судебно-медицинским экспертом (врачом) при производстве осмотра трупа и освидетельствования // ГлаголЪ правосудия. 2020. № 1(23). С. 56-59. EDN GQNHHO.
33. Srisont S., Chirachariyavej T., Peonim A.V. A carbon dioxide fatality from dry ice // Journal of Forensic Science. 2009. Vol. 54. Is. 4. P. 961-962. DOI: 10.1111/j.1556-4029.2009.01057.x.
34. Травенко Е. Н., Породенко В. А. Возможности наружного исследования трупа при решении вопроса о наступлении смерти от отравлений психотропными и наркотическими средствами // Судебная медицина. 2021. Т. 7. № 3. С. 159-167. DOI 10.17816/fm390. EDN XHLLLN.
35. Власов А. Ю. Трупные явления ("Жизнь трупа"): часть II // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. 2018. № 3. С. 128-149. EDN YUJDCH.

36. Витер В. И., Коротун В. Н., Лесников В. В., Наумова Н. А. Оценка посмертной диагностики эндогенного этанола в трупном материале при его отсроченном исследовании // Вестник судебной медицины. 2012. Т. 1. № 4. С. 36-38. EDN PWZPQL.

37. Сучкова В. А., Алябьев Ф. В., Карачев А. Ю., Слащенин Г. А. Основные виды химических веществ, выявленных в ходе проведенных химико-токсикологических исследований трупов // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 1. С. 80. DOI 10.17513/spno.30523. EDN YLUJWP.

38. Барсегян С. С., Морозов Ю. Е., Тучик Е. С., Асташкина О. Г. Особенности изъятия, направления и проведения судебно-химической экспертизы биологического материала при чрезвычайных ситуациях с человеческими жертвами // Судебно-медицинская экспертиза. 2020. Т. 63. № 2. С. 41-46. DOI 10.17116/sudmed20206302141. EDN FRRJWP.

39. Долгова О. Б., Грехов И. А., Халтурина К. Э. Обоснованность объема судебно-химических исследований при подозрении на отравления функциональными ядами при судебно-медицинской экспертизе трупов // Medicus. 2019. № 3(27). С. 50-53. EDN JJXMNT.

40. Грехов И. А., Долгова О. Б. Судебно-медицинская оценка специфичности гистологических признаков острых смертельных отравлений наркотиками лиц молодого возраста // Вятский медицинский вестник. 2021. № 3(71). С. 53-58. DOI 10.24412/2220-2021-3-53-58. EDN SULBCT.

41. Синенченко А. Г., Лодягин А. Н., Горбачева Т. В., Синенченко Г. И., Батоцыренов Б. В. Патоморфологические изменения внутренних органов при острых отравлениях 4-оксибутановой кислотой (по данным Бюро судебно-медицинской экспертизы) // Токсикологический вестник. 2021. № 3(168). С. 28-34. DOI 10.36946/0869-7922-2021-29-3-28-34. EDN RDCCPK.

42. Dunford J. V. Asphyxiation due to dry ice in a walk-in freezer // The Journal of Emergency Medicine. 2009. Vol. 36. Is. 4. P. 353-356. DOI: 10.1016/j.jemermed.2008.02.051.

43. Федеральный закон от 13 июня 1996 года № 63-ФЗ «Уголовный кодекс Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. 1996. № 25. Ст. 2954.