

ГЕЛИЙ СРЕДИ СРЕДСТВ СУИЦИДАЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ

*П.Б. Зотов, Е.Г. Скрябин, Л.И. Рейхерт, В.А. Жмуров,
Н.Н. Спадерова, А.Г. Бухна, А.А. Зенкевич, Д.С. Плотникова*

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» МЗ РФ, г. Тюмень, Россия
ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница № 2», г. Тюмень, Россия

HELIUM AMONG MEANS OF SUICIDE

*P.B. Zotov, E.G. Skryabin, L.I. Reikhert,
V.A. Zhmurov, N.N. Spaderova, A.G. Buhna,
A.A. Zenkevich, D.S. Plotnikova*

Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia
Regional clinical hospital № 2, Tyumen, Russia

Сведения об авторах:

Зотов Павел Борисович – доктор медицинских наук, профессор (SPIN-код: 5702-4899; Researcher ID: U-2807-2017; ORCID iD: 0000-0002-1826-486X). Место работы: ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России. Адрес: Россия, 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54; руководитель НОП «Сибирская Школа превентивной суицидологии и девиантологии. Адрес: 625027, г. Тюмень, ул. Минская, 67, к. 1, оф. 102. Телефон: +7 (3452) 270-510, электронный адрес (корпоративный): note72@yandex.ru

Скрябин Евгений Геннадьевич – доктор медицинских наук (SPIN-код: 4125-9422; Researcher ID: J-1627-2018; ORCID iD: 0000-0002-4128-6127). Место работы и должность: врач травматолого-ортопедического отделения детского стационара ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница № 2». Адрес: Россия, 625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 75; профессор кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России. Адрес: Россия, 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. Электронный адрес: skryabineg@mail.ru

Рейхерт Людмила Ивановна – доктор медицинских наук, профессор (SPIN-код: 1703-2302; ORCID iD: 0000-0003-4313-0836; Scopus AuthorID: 6507192699). Место работы и должность: профессор кафедры неврологии с курсом нейрохирургии ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России. Адрес: Россия, 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. Телефон: +7 (3452) 28-74-47, электронный адрес: lr0806@gmail.com

Жмуров Владимир Александрович – доктор медицинских наук, профессор (SPIN-код: 9322-1117; AuthorID: 694196; ORCID iD: 0000-0002-7228-6197). Место работы и должность: профессор кафедры пропедевтической и факультетской терапии ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России. Адрес: Россия, 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, д. 24. Электронный адрес: zhmurovva@yandex.ru

Спадерова Надежда Николаевна – кандидат медицинских наук (Author ID: 810133; ORCID iD: 0000-0002-0121-2801). Место работы и должность: доцент кафедры медицинской информатики и биологической физики с сетевой секцией биоэтики ЮНЕСКО ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России. Адрес: Россия, 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. Телефон: + 7 (3452) 274-383, электронный адрес: nadejda.spaderova@yandex.ru

Бухна Андрей Георгиевич – кандидат медицинских наук (SPIN-код: 2757-0463; ORCID iD: 0000-0002-9580-0005). Место работы и должность: старший преподаватель кафедры психологии и педагогики с курсом психотерапии ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России. Адрес: Россия, 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. Телефон: +7 (912) 398-14-27, электронный адрес: Buhna_Andrey@mail.ru

Зенкевич Алина Андреевна (SPIN-код: 6548-4285; ORCID iD: 0000-0003-2500-9231). Место учёбы: ординатор второго года обучения ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России. Адрес: Россия, 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. Электронный адрес: alinabelova1012@yandex.ru

Плотникова Дарья Сергеевна (SPIN-код: 9166-4450; Researcher ID: GLT-1124-2022; ORCID iD: 0000-0003-3908-0151). Место учёбы: студентка 6 курса ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России. Адрес: Россия, 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. Электронный адрес: plotnikova98@yandex.ru

Information about the authors:

Zotov Pavel Borisovich – MD, PhD, Professor (SPIN-code: 5702-4899; Researcher ID: U-2807-2017; ORCID iD: 0000-0002-1826-486X). Place of work: Head of the Department of Oncology, Tyumen State Medical University. Address: 54 Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia; Head of the Siberian School of Preventive Suicidology and Deviantology. Address: 67 Minskaya str., bldg. 1, office 102, Tyumen, 625027, Russia. Phone: +7 (3452) 270-510, email (corporate): note72@yandex.ru

Skryabin Evgeny Gennadievich – MD, PhD (SPIN-code: 4125-9422; Researcher ID: J-1627-2018; ORCID iD: 0000-0002-4128-6127). Place of work: Professor of the Department of Traumatology, Tyumen State Medical University. Address: 54 Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia; Specialist of traumatological Department of children's hospital of

Regional clinical hospital №2. Address: 75 Melnikayte str., Tyumen, 625039, Russia. Phone: +7 (3452) 28-70-18, email: skryabineg@mail.ru

Reikherth Ludmila Ivanovna – MD, PhD, Professor (SPIN-code: 1703-2302; ORCID iD: 0000-0003-4313-0836; Scopus AuthorID: 6507192699). Place of work: Professor of the Department of Neurology, Tyumen State Medical University. Address: 54 Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia. Phone: +7 (3452) 28-74-47, email: lir0806@gmail.com

Zhmurov Vladimir Aleksandrovich – MD, PhD, Professor (SPIN-code: 9322-1117; AuthorID: 694196; ORCID iD: 0000-0002-7228-6197). Place of work and position: Professor of the Department of Propaedeutic and Faculty Therapy, Tyumen State Medical University. Address: 54 Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia. Email: zhmuovva@yandex.ru

Spaderova Nadezhda Nikolaevna – MD, PhD (Author ID: 810133; ORCID iD: 0000-0002-0121-2801). Place of work: Associate Professor of the Department medical informatics, Tyumen State Medical University. Address: Russia, 625023, Tyumen, 54 Odesskaya str. Phone: + 7 (3452) 274-383, email: nadejda.spaderova@yandex.ru

Buhna Andrey Georgievich – MD, PhD (SPIN-code: 2757-0463; ORCID iD: 0000-0002-9580-0005). Place of work: assistant of the Department of psychology, Tyumen State Medical University. Address: 54 Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia. Phone: +7 (912) 398-14-27, email: Buhna_Andrey@mail.ru

Zenkevich Alina Andreevna (SPIN-code: 6548-4285; ORCID iD: 0000-0003-2500-9231). Place of study: student of the Pediatric Faculty of the Tyumen State Medical University. Address: 54 Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia. Email: alinabelova1012@yandex.ru

Plotnikova Darya Sergeevna (SPIN-code: 9166-4450; Researcher ID: GLT-1124-2022; ORCID iD: 0000-0003-3908-0151). Place of study: student of the Pediatric Faculty of the Tyumen State Medical University. Address: 54 Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia. Email: plotnikova98@yandex.ru

Обсуждаются вопросы использования инертного газа гелия при совершении суицидальных действий. Показано, что появление этого метода – следствие широкого доступа гелия для населения в сочетании с активным продвижением в интернет-ресурсах информации как об «эффективном и мирном средстве» для суицида. Как технология, предложенная в государствах, где разрешена эвтаназия, в настоящее время распространяется во многих странах мира, и число ежегодно погибающих от умышленных ингаляций гелия растёт. В большинстве это мужчины, преимущественно молодого возраста. Среди факторов риска: депрессия, социальное и материальное неблагополучие. Представленные в обзоре данные свидетельствуют о высокой актуальности данной темы. Тем не менее, многие вопросы изучены и освещены в специальной литературе недостаточно полно, и требуют более глубоких исследований. Прямое следствие – сложности в определении спектра эффективных мер профилактики. Предлагаемые сегодня традиционные меры ограничения доступа к газу, вполне ожидаемо будут односторонни и недостаточно эффективны. Можно с определённой долей уверенности предположить, что при отсутствии должного внимания к теме, сохранении возможности для населения получать доступ к газу и, самое главное, потенцирующей информации в СМИ, количество потребителей и жертв *He* будет увеличиваться, и он сможет занять более значимое место в общей структуре суицидов. В России в настоящее время «гелиевый» выход, всё же относительно редкое явление. Поэтому своевременное, масштабное, комплексное и целенаправленное проведение дифференцированных мер профилактики может явиться залогом ограничения распространения в популяции данного способа самоубийства и одной из мер по снижению суицидальной смертности.

Ключевые слова: суицид, самоубийство, гелий, инертный газ, отравление гелием, ингаляция гелия, «гелиевая» смерть

Уровень суицидальной смертности относится к одному из наиболее важных показателей, отражающих степень благополучия общества. В связи с чем снижение числа самоубийств и покушений является важной задачей общественного здравоохранения [1, 2].

Среди общих мер профилактики суицидального поведения, значимым направлением следует считать, в том числе, более глубокий анализ вновь регистрируемых инструментов, способов и средств добровольного ухода из жизни. Новизна, нередко определяемая непривычными технологическими решениями и малопредвиденными последствиями нанесённой травмы, может быть фактором, значительно

The level of suicidal mortality is one of the most important indicators reflecting the degree of well-being of society. In this connection, reducing the number of suicides and attempts is an important task of public health [1, 2].

Among the general measures for the prevention of suicidal behavior, a significant direction should be considered, including a deeper analysis of newly registered tools, methods and means of voluntary departure from life. Novelty, often determined by unusual technological solutions and unforeseen consequences of the injury, can be a factor that significantly reduces the effec-

снижающим эффективность традиционных лечебных и профилактических подходов.

Одним из таких феноменов, вошедших в суицидологическую практику в течение последних двух десятилетий, стало использование с целью самоубийства инертных газов, и одного из их наиболее ярких представителей – гелия.

Целью настоящей работы является обзор данных литературы о месте гелия среди средств суицидальных действий.

Общие сведения

Гелий (*Helium, He*) – химический элемент нулевой группы периодической системы Д.И. Менделеева. Порядковый номер 2, атомный вес 4,00024. Естественный гелий состоит из двух изотопов He^4 и He^3 .

Гелий – одноатомный газ, без цвета и запаха, химически недействительный. Один литр газа при 0° и 760 мм весит 0,178467 г. Является первым из шести, объединённых в группу «инертные / благородные», газов: гелий (He), неон (Ne), аргон (Ar), криптон (Kr), ксенон (Xe) и радиоактивный радон (Rn). Их ключевыми характеристиками, определяющими схожие свойства, являются: химическая неактивность, отсутствие реакций с кислородом (не горят и не поддерживают горение), нерастворимость в воде, способность хорошо проводить ток и при этом светиться, практически отсутствие способности реагировать с металлами, кислотами, щелочами, органическими веществами. Их химическая активность растёт по мере увеличения атомной массы [3].

Гелий является вторым по распространённости элементом во Вселенной после водорода и представляет собой один из основных компонентов газовых планет-гигантов в нашей Солнечной системе [4]. На Земле – это редкий элемент, среднее содержание в земном веществе – 0,003 мг/кг; наиболее всего он концентрируется в минералах, содержащих уран, торий и самарий. В воздухе содержится всего около 0,0005% [3].

На территории России значительные запасы гелия содержатся в восточносибирских газовых месторождениях. Гелионосные природные газы, содержат до 2% этого вещества по объёму [5]. Изотопы гелия присутствуют в газах минеральных водах Кавказа [6], в Дальневосточных морях [7] и др.

История

В отличие от большинства известных газов, история знакомства человечества с гелием не столь велика – всего полтора столетия. В 1868 году французский астроном Ж. Жансен и английский астроном

iveness of traditional therapeutic and preventive approaches.

One such phenomenon that has entered suicidological practice over the past two decades has been the use of inert gases for the purpose of suicide, and one of their most prominent representatives, helium.

The aim of this work is to review the literature data on the place of helium among the means of suicidal actions.

General information

Helium (*Helium, He*) is a chemical element of the zero group of the D.I. Mendeleev periodic table. The features include serial number 2 and atomic weight 4.00024. Natural helium consists of two isotopes He^4 and He^3 .

Helium is a monatomic gas, colorless and odorless, chemically inactive. One liter of gas at 0° and 760 mm weighs 0.178467 g. It is the first of six gases combined into the "inert/noble" group: helium (He), neon (Ne), argon (Ar), krypton (Kr), xenon (Xe) and radioactive radon (Rn). Their key characteristics that determine similar properties are: chemical inactivity, lack of reactions with oxygen (do not burn and do not support combustion), insolubility in water, the ability to conduct electricity well and glow at the same time, practically no ability to react with metals, acids, alkalis, or organic substances. Their chemical activity increases with atomic mass increase [3].

Helium is the second most abundant element in the Universe after hydrogen and is one of the main components of the gas giant planets in our Solar System [4]. Still on Earth, this is a rare element, the average content in terrestrial matter is 0.003 mg/kg; most of all it is concentrated in minerals containing uranium, thorium and samarium. The air contains only about 0.0005% [3].

On the territory of Russia, significant reserves of helium are contained in East Siberian gas fields. Helium-bearing natural gases contain up to 2% of this substance by volume [5]. And helium isotopes are present in the gases of the mineral waters of the Caucasus [6], in the Far Eastern seas [7], etc.

Story

Unlike most known gases, the history of mankind's acquaintance with helium is not so great – only a century and a half. In 1868, the French astronomer J. Jansen and

Н. Локьер обнаружили в солнечном спектре линию ярко жёлтого цвета, которую нельзя было приписать ни одному из известных на Земле элементов. Отвечающий этой линии неизвестный элемент был назван гелием (от греческого ἥλιος – солнце). В 1895 году английский химик У. Рамзай выделил из минерала клевета газ, в спектре которого нашёл присутствие жёлтой линии, совпадающей с найденной в спектре солнца. Это явилось доказательством того, что газ, полученный У. Рамзаем, есть гелий [3, 8].

В последующие годы изучение свойств гелия указало на возможные пути его получения. Как оказалось природные источники чистого *He* в мире редки. Добыча из минералов, минеральной воды или монацитовых песков крайне дорога. Поэтому ещё в начале XX века было обращено внимание на возможность получения гелия из природных газов путём отделения от более легко сжижаемых фракций. В настоящее время основная часть мировых запасов гелия сосредоточена в России и США. Месторождения есть в Китае, Алжире и Катаре [8, 9, 10].

В первые годы возможности применения гелия были не совсем понятны и ограничены. Однако вскоре была описана и определена его подъёмная сила (1 литр *He* имеет подъёмную силу в 1 грамм), а также уникальное сочетание лёгкости и негорючести. Это сделало *He* идеальным наполнителем дирижаблей. Негорючесть позволяла регулировать высоту подъёма судна, нагревая или охлаждая газ, не боясь взрыва, чего нельзя сделать при применении водорода [3]. Уже к началу 30-х годов XX столетия гелий стал основным наполнителем дирижаблей в Америке, широко заявившей о формировании нового вида транспорта. Однако последовавшие катастрофы с ZRS-5 «Мэйкон» (США) (12 февраля 1935 г. дирижабль, потеряв управление вследствие повреждения сильным ветром, упал в Тихий океан и затонул) и LZ-129 «Гинденбург» (Германия) (6 мая 1937 г. по прибытии в аэропорт «Лэйкхерст» воздушное судно взорвалось и сгорело) развитие дирижаблестроения, как и добыча гелия пошла на спад. Обе трагедии также стали причиной снижения интереса к этой теме и в СССР [11, 12].

Дальнейшее изучение гелия позволило расширить спектр его применения. Сегодня гелий используют в атомной энергетике как теплоноситель в ядерных реакторах. В промышленности – для создания защитного слоя при сварке, при производстве оптоволокон и полупроводников, гелий-неоновых лазеров, наполнения подушек безопасности при

the English astronomer N. Lockyer discovered a bright yellow line in the solar spectrum, which could not be attributed to any of the elements known on Earth. The unknown element corresponding to this line was called helium (from the Greek ἥλιος – the sun). In 1895, the English chemist W. Ramsay isolated a gas from the mineral cleveite, in the spectrum of which he found the presence of a yellow line, coinciding with that found in the spectrum of the sun. This proved that the gas obtained by W. Ramsay was helium [3, 8].

In subsequent years, the study of the properties of helium pointed to possible ways of obtaining it. As it turned out, natural sources of pure *He* are rare in the world. Extraction from minerals, mineral water or monazite sands is extremely expensive. Therefore, as early as the beginning of the 20th century, attention was paid to the possibility of obtaining helium from natural gases by separation from more easily liquefied fractions. Currently, the bulk of the world's helium reserves are concentrated in Russia and the United States. There are deposits in China, Algeria, and Qatar [8, 9, 10].

In the early years, the possibilities of using helium were not entirely clear and limited. However, its lifting force was soon described and determined (1 liter of *He* has a lifting force of 1 gram), as well as a unique combination of lightness and incombustibility. This made *He* an ideal filler for airships. Incombustibility made it possible to adjust the height of the vessel, heating or cooling the gas, without fear of an explosion, which cannot be done with the use of hydrogen [3]. By the beginning of the 1930s, helium had become the main filler for airships in America, which widely announced the formation of a new mode of transport. However, the subsequent disasters with the ZRS-5 Macon (USA) (February 12, 1935, the airship, having lost control due to damage by a strong wind, fell into the Pacific Ocean and sank) and LZ-129 Hindenburg (Germany) (May 6, 1937, upon arrival at Lakehurst airport, the aircraft exploded and burned down) the development of airship building, as well as helium production, began to decline. Both tragedies also caused a decrease in interest to this topic in the USSR [11, 12].

столкновении автомобилей, применении в дыхательных смесях для подводного плавания с аквалангом. В космонавтике – для вытеснения топлива в баках ракетных двигателей. Геологи используют *He* с целью определения глубины разломов, возраста горных пород и метеоритов и др. [9, 13, 14].

Низкая плотность, низкая растворимость и высокая теплопроводность сделали гелий потенциально ценным в медицине для облегчения симптомов обструкции дыхательных путей при лечении респираторных заболеваний [14, 15, 16]. Газообразный *He* полезен для защиты миокарда от ишемии. Он является эффективным нейропротектором в модели черепно-мозговой травмы [17]. Хирурги изучают возможность применения *He* вместо углекислого газа для инсuffляции брюшной полости у пациентов, перенесших лапароскопические абдоминальные процедуры. Недавно обнаруженное применение в радиологии МРТ лёгких и визуализации органов в мельчайших деталях с использованием гелий-ионной микроскопии открыло новые возможности для использования *He* в других технологически продвинутых областях медицины [15].

Несмотря на эти достижения, по-прежнему, сохраняется интерес и к подъёмной силе инертного газа. Сегодня гелий широко используется в воздушных шарах при полетах в туристических целях, путешествиях, научных исследованиях, в метеорологии для подъёма измерительных приборов. Благодаря развитию промышленного производства гелия и снижения его стоимости, газ стал доступен для широких масс населения преимущественно в развлекательных целях для наполнения декоративных детских шаров. Для этих целей на рынке в свободном доступе для населения гелиевые баллоны, имеющие давление 150 атмосфер, с объёмом от 0,4 до 50 литров. У большинства производителей и ритейлеров на сайтах предоставлена достаточно подробная информация о способах применения, технике безопасности. Значительно реже указывается о негативных последствиях работы с газом.

Влияние гелия на организм человека

Помимо общих свойств, характерных для всех инертных газов, особенностью гелия является его «физиологическая инертность» при взаимодействии с организмом человека и биологическими объектами. В обычных концентрациях он не участвует в окислительных реакциях, не обладает токсичными, анестезирующими и наркотизирующими свойствами, не действует отрицательно на функции жизненно-

Further study of helium made it possible to expand the range of its application. Today, helium is used in nuclear power engineering as a coolant in nuclear reactors. In industry it is used to create a protective layer in welding, in the production of optical fibers and semiconductors, helium-neon lasers, inflating airbags in a car collision, use in breathing mixtures for scuba diving. In astronautics use *He* to displace fuel in rocket engine tanks. Geologists use *He* to determine the depth of faults, the age of rocks and meteorites, etc. [9, 13, 14].

The low density, low solubility, and high thermal conductivity have made helium potentially valuable in medicine for relieving symptoms of airway obstruction in the treatment of respiratory diseases [14, 15, 16]. Gaseous *He* is useful for protecting the myocardium from ischemia. It is an effective neuroprotector in a model of traumatic brain injury [17]. Surgeons are investigating the use of *He* instead of carbon dioxide for abdominal insufflation in patients undergoing laparoscopic abdominal procedures. The recently discovered application in radiology of lung MRI and fine-detail imaging of organs using helium-ion microscopy has opened up new possibilities for the use of *He* in other technologically advanced fields of medicine [15].

Despite these advances, there is still interest in the lift of an inert gas. Today, helium is widely used in balloons for tourism purposes, travel, scientific research, and meteorology to lift measuring instruments. Thanks to the development of industrial production of helium and the reduction in its cost, gas has become available to the general population, mainly for entertainment purposes, to fill decorative children's balloons. For these purposes, helium cylinders with a pressure of 150 atmospheres, with a volume of 0.4 to 50 liters are freely available on the market for the public. Most manufacturers and retailers have quite detailed information on how to use it and provide safety precautions on their websites. The negative consequences of working with gas are much less often indicated.

The effect of helium on the human body

In addition to the general properties characteristic of all inert gases, a feature of helium is its "physiological inertness" when interacting with the human body and biological objects. In normal concentrations, it

важных органов и гемоглобин [18].

В земных условиях не существует созданных природой ситуаций способных оказывать влияние повышенных концентраций гелия на биологические объекты. Природный гелий, вырывающийся на свободу из любых источников, мгновенно рассеивается в атмосфере без каких-либо серьёзных последствий. В крови человека он содержится в следовых количествах [18].

Повышение уровня *He* во вдыхаемом воздухе в подавляющем большинстве возникает при искусственно созданных ситуациях. Наиболее часто – умышленное вдыхание гелия из детских воздушных шариков, реже заправляющих баллонов, с целью изменения голоса. Среди мотивов – возможность повеселиться или для улучшения характеристик голоса перед исполнением песен [19, 20]. Механизм временного возникновения высокого, писклявого голоса связан с изменением тонуса голосовых связок, под влияние гелия. У большинства лиц голос восстанавливается спустя небольшой промежуток времени без серьёзных последствий [21].

Степень опасности для человека возрастает с увеличением соотношения *He* с кислородом и уровнем давления вдыхаемой смеси. Низкий удельный вес и вязкость гелия формирует более ламинарное движение, с меньшими, чем у кислорода явлениями турбулентности [22], что позволяет ему легче проходить по дыхательным путям и оказывать меньшую нагрузку на дыхательную систему и мускулатуру. Диффузионная способность гелия почти в три раза выше, чем у кислорода (2,68 и 0,96 соответственно). Поэтому он быстрее проникает в плохо вентилируемые пространства. Учитывая низкую растворимость *He* в крови (в 3,7 раза меньше, чем O_2), он медленнее поглощается легочным кровотоком и оказывает антиагглютинатическое действие [23]. Это способствует улучшению тканевого дыхания и состояния больного при заболеваниях с легочной обструкцией и циркуляторной гипоксией [24], что было эффективно использовано и в период пандемии для лечения пациентов с COVID-19 [25, 26, 27].

Подобная реакция организма наблюдается если концентрация гелия не превышает 79%, при доле кислорода – не ниже 21% [23]. Увеличение концентрации *He* более 80% и давления вдыхаемой смеси за счёт более низкого веса и растворимости гелия приводит к вытеснению кислорода в крови, ограничивая его доступ к клеткам организма. Возникает прогрессирующая асфиксия и тканевая гипоксия, ведущая в

does not participate in oxidative reactions, does not have toxic, anesthetic and narcotic properties, and does not adversely affect the functions of vital organs and hemoglobin [18].

Under terrestrial conditions, there are no situations created by nature capable of influencing increased helium concentrations on biological objects. Natural helium, escaping from any source, instantly disperses into the atmosphere without any serious consequences. It is present in human blood in trace amounts [18].

He level in the inhaled air in the vast majority occurs in artificially created situations. The most common is the deliberate inhalation of helium from children's balloons, less often when filling cylinders, in order to change the voice. Among the motives is the opportunity to have fun or to improve the characteristics of the voice before singing songs [19, 20]. The mechanism of the temporary occurrence of a high, squeaky voice is associated with a change in the tone of the vocal cords, under the influence of helium. In most individuals, the voice is restored after a short period of time without serious consequences [21].

The degree of danger to humans increases with an increase in the ratio of *He* with oxygen and the pressure level of the inhaled mixture. The low specific gravity and viscosity of helium form a more laminar motion, with less turbulence than oxygen [22], which allows it to pass more easily through the respiratory tract and exert less stress on the respiratory system and muscles. The diffusion capacity of helium is almost three times higher than that of oxygen (2.68 and 0.96, respectively). Therefore, it quickly penetrates into poorly ventilated spaces. Given the low solubility of *He* in the blood (3.7 times less than O_2), it is more slowly absorbed by the pulmonary circulation and has an antiagglutinating effect [23]. This helps to improve tissue respiration and the patient's condition in diseases with pulmonary obstruction and circulatory hypoxia [24], which was also effectively used during the pandemic to treat patients with COVID - 19 [25, 26, 27].

A similar reaction of the body is observed if the helium concentration does not exceed 79%, and if the proportion of oxygen is not lower than 21% [23]. An increase

тяжелых случаях к летальному исходу [14, 18, 28].

Важной особенностью патогенеза при дыхании смесью инертного газа (гелий, азот, аргон) с небольшим количеством кислорода является тот факт, что, при возможности (сохранности) выдоха происходит неуклонное снижение концентрации углекислого газа в крови. Отсутствие нарастающей гиперкапнии несмотря на прогрессирующую дыхательную дисфункцию ведёт к тому, что пострадавший не воспринимает никаких предупреждающих признаков, характерных для удушья [14, 29], и не предпринимает попыток к прерыванию ситуации.

С клинических позиций важно, что летальный исход может наступить и после кратковременного вдыхания гелия [29]. Помимо описанного выше гипоксического эффекта, в патогенезе повреждающего действия может выступать и газовая эмболия, обусловленная высокой растворимостью и диффузионной активностью *He* [30]. Газовые микросферы, попадая в системный кровоток, в зависимости от объёма вдыхаемого гелия и индивидуальных особенностей индивида могут формировать более значительные газовые эмболы, закупоривая артерии и вены головного мозга, сердечной мышцы, туловища, нижних конечностей. Они могут выявляться в камерах сердца, и даже между мышечными волокнами [31].

Большое количество газовых эмболов, попавших в лёгкие, вызывает острый респираторный синдром [32]. В случае газовой эмболии церебральных артерий формируются различной степени выраженности симптомы острого неврологического дефицита [33]. Даже после разового вдыхания гелия среди проявлений повреждений нервной системы могут быть – потеря сознания, преходящие и затяжные парезы, генерализованный тонико-клонический припадок, судороги, нарушения зрения, сонливость [19, 34, 35]. В лёгких случаях – головные боли, головокружение, потемнение в глазах, тошнота, рвота, которые не всегда ассоциируются самими пострадавшими с ингаляцией *He*, и могут ими отрицаться.

Со стороны сердечно-сосудистой системы могут наблюдаться боль в груди, регистрируемый на ЭКГ подъём сегмента ST, нарушения сердечного ритма, инфаркт миокарда и др. [19, 36].

Среди других осложнений описаны:

- пневмомедиастинум с соответствующей клинической картиной [21, 33, 34];
- диффузная подкожная эмфизема шеи и грудной клетки [21];
- пневмоторакс [33].

in the concentration of *He* to more than 80% and the pressure of the inhaled mixture due to the lower weight and solubility of helium leads to the displacement of oxygen in the blood, limiting its access to the cells of the body. Progressive asphyxia and tissue hypoxia occur, leading to death in severe cases [14, 18, 28].

An important feature of the pathogenesis when breathing with a mixture of inert gas (helium, nitrogen, argon) with a small amount of oxygen is the fact that, if exhalation is possible (safety), there is a steady decrease in the concentration of carbon dioxide in the blood. The absence of increasing hypercapnia despite progressive respiratory dysfunction leads to the fact that the victim does not perceive any warning signs characteristic of suffocation [14, 29] and does not attempt to interrupt the situation.

From a clinical point of view, it is important that a lethal outcome can also occur after a short-term inhalation of helium [29]. In addition to the hypoxic effect described above, the pathogenesis of the damaging effect can also be gas embolism due to the high solubility and diffusion activity of *He* [30]. Gas microspheres, entering the systemic circulation, depending on the volume of inhaled helium and the individual characteristics of the individual, can form more significant gas emboli, clogging the arteries and veins of the brain, heart muscle, trunk, and lower limbs. They can be detected in the chambers of the heart, and even between muscle fibers [31].

A large number of gas emboli entering the lungs causes acute respiratory syndrome [32]. In the case of a gas embolism of the cerebral arteries, symptoms of acute neurological deficit are formed with varying degrees of severity [33]. Even after a single inhalation of helium, the manifestations of damage to the nervous system can include loss of consciousness, transient and prolonged paresis, generalized tonic-clonic seizure, convulsions, visual disturbances, and drowsiness [19, 34, 35]. In mild cases, headaches, dizziness, darkening of the eyes, nausea, vomiting, which are not always associated by the victims themselves with *He* inhalation, and can be denied by them.

On the part of the cardiovascular system, chest pain, ST-segment elevation recorded on the ECG, cardiac arrhythmias,

Иногда клинические проявления развиваются постепенно, и пациенты обращаются за помощью спустя часы, реже дни после вдыхания газа [21]. В этих случаях требуется более подробный сбор анамнеза для более точной постановки диагноза. Нередко у одного пострадавшего могут быть симптомы полиорганной эмболии, что утяжеляет течение травмы и повышает вероятность смерти [34].

В отличие от других инертных газов (например, азота) гелий не обладает наркотическим действием, не вызывает наркоза или эйфории [37]. Описываемый пострадавшими седативный или, напротив, активирующий эффект, может быть обусловлен кислородным голоданием. Вероятно, это является дополнительным повреждающим элементом при более тяжёлых случаях и летальных исходах [28]. Глубокая седация с потерей волевого контроля может быть причиной механической асфиксии вследствие западения языка.

Другим значимым механизмом тяжёлых повреждений у отдельных лиц является баротравма. Вырывающийся из баллона под большим давлением газ приводит к быстрому повреждению, разрыву альвеол, вызывая массивное кровотечение и аспирацию крови [38]. В этих случаях у пострадавших и погибших обнаруживается интенсивный цианоз лица, выделение крови из дыхательных путей. При патоморфологическом исследовании – многочисленные разрушения альвеолярных перегородок с гистологически подтверждённой экстравазацией крови [36, 39].

Помощь при остром отравлении гелием

Принципы и перечень мер при оказании помощи людям с отравлением *He* в настоящее время чётко не определены. Не разработаны и клинические рекомендации, что затрудняет определение тактики в этих ситуациях.

Среди общих мер можно выделить:

- прекращение дальнейшего поступления газа в организм;
- обеспечение максимального доступа к атмосферному воздуху / кислороду;
- искусственная вентиляция лёгких с повышенной концентрацией кислорода (при нарушении сознания и отсутствии эмболии сосудов головного мозга, очаговой неврологической симптоматики) [40];
- гипербарическая оксигенотерапия (при выявлении газовой эмболии сосудов головного мозга, пневмомедиастинума, очаговой неврологической симптоматики, диффузной подкожной эмфиземы

myocardial infarction, etc. can be observed [19, 36].

Other complications described include:

- pneumomediastinum with a corresponding clinical picture [21, 33, 34];
- diffuse subcutaneous emphysema of the neck and chest [21];
- pneumothorax [33].

Sometimes clinical manifestations develop gradually, and patients seek help hours later, less often days after gas inhalation [Zaia, 2010]. In these cases, a more detailed history taking is required for a more accurate diagnosis. Often, one victim may have symptoms of multiple organ embolism, which aggravates the course of the injury and increases the likelihood of death [34].

Unlike other inert gases (for example, nitrogen), helium does not have a narcogenic effect and does not cause anesthesia or euphoria [37]. The sedative or, on the contrary, activating effect described by the victims may come as a result of oxygen starvation. This is likely to be an additional damaging element in more severe cases and lethal outcomes [28]. Deep sedation with loss of volitional control can cause mechanical asphyxia due to retraction of the tongue.

Another significant mechanism of severe injury in individuals is barotrauma. The gas escaping from the balloon under high pressure leads to rapid damage, rupture of the alveoli, causing massive bleeding and blood aspiration [38]. In these cases, the victims and the dead show intense cyanosis of the face, bleeding from the respiratory tract. Pathological examination reveals numerous destruction of alveolar septa with histologically confirmed blood extravasation [36, 39].

Help with acute helium poisoning

The principles and list of measures for helping people with *He* poisoning are not currently clearly defined. Clinical recommendations have not been developed either, which makes it difficult to determine tactics in these situations.

General measures include:

- cessation of further intake of gas into the body;
- ensuring maximum access to atmospheric air/oxygen;
- artificial ventilation of the lungs with an increased oxygen concentration (in case of impaired consciousness and the absence

шей) [21, 33, 34];

– многочасовая инфузия лидокаина (при очаговой неврологической симптоматике, нарушениях зрения) в сочетании гипербарической оксигенацией [35].

– посиндромная терапия.

Эпидемиология отравлений гелием

Отравления газами в общей структуре отравлений не частое явление. В России среди поступающих в специализированные токсикологические отделения доля пострадавших от ингаляционной травмы составляет от 2,5 до 4,6% [41, 42, 43]. В подавляющем большинстве этиологическим фактором выступает монооксид углерода (угарный газ, CO). Другие газы встречаются значительно реже.

Достоверных статистических данных об инцидентности отравлений гелием нет, что может быть связано с высокой частотой необращений за медицинской помощью (преимущественно при лёгких формах ингаляционной травмы), а также особенностями учёта. В отечественных статистических формах данный вид отравления классифицируется как «отравление другими средствами». Среди других причин – отсутствие специальной рубрики в перечне отравлений токсическими химическими веществами в МКБ-10. Код для отравлений гелием (газ) включен в «Токсическое действие других газов, дымов и паров» – T59.8. Возможный выход – выделение соответствующего «гелиевого» раздела в специализированных регистрах травм и самоповреждений, что позволило бы более точно оценить частоту, причины и дать более качественную характеристику контингента пострадавших.

Нет доступной достоверной информации и по летальным отравлениям гелием. Лишь периодически средства массовой информации сообщают о подобных случаях:

22 марта 2016 г. – в одной из квартир Ярославской области погибли мать и двое малолетних детей. По данным следствия смерть наступила от отравления гелием при наполнении воздушных шариков [44].

26 июля 2016 г. в Екатеринбурге на дне рождения шестеро взрослых и четверо детей отправились парами гелия от лопнувшего шарика [45].

08 июля 2022 г. в г. Зеленогорске обнаружено тело 15-летнего юноши с признаками отравления газом. По данным проверки, 08 июля 2022 года юноша совместно со своими друзьями – двумя несовершеннолетними девочками и 21-летним парнем пришёл в подъезд дома, где они стали распивать спиртные напитки. При этом, подросток с остальными спиртное не употреблял, однако, в какой-то

of cerebral embolism, focal neurological symptoms) [40];

– hyperbaric oxygen therapy (in case of detection of gas embolism of cerebral vessels, pneumomediastinum, focal neurological symptoms, diffuse subcutaneous emphysema of the neck) [21, 33, 34];

– hours-long infusion of lidocaine (with focal neurological symptoms, visual impairment) in combination with hyperbaric oxygen therapy [35].

– syndromic therapy.

Epidemiology of helium poisoning

Gas poisoning in the general structure of poisoning is not a frequent occurrence. In Russia, among those admitted to specialized toxicological departments, the proportion of victims of inhalation injury ranges from 2.5% to 4.6% [41, 42, 43]. In the vast majority, the etiological factor is carbon monoxide (carbon monoxide, CO). Other gases are much less common.

There are no reliable statistical data on the incidence of helium poisoning, which may be due to the high frequency of non-seekers for medical help (mainly for mild forms of inhalation injury), as well as accounting features. In domestic statistical forms, this type of poisoning is classified as "poisoning by other means." Among other reasons is the absence of a special heading in the list of poisonings with toxic chemicals in ICD-10. The code for helium (gas) poisoning is included in "Toxic effects of other gases, fumes and vapors" – T59.8. A possible way out is to allocate an appropriate "helium" section in specialized registers of injuries and self-harm, which would make it possible to more accurately assess the frequency, causes and give a better characterization of the contingent of victims.

There is no available reliable information on lethal helium poisoning. Only occasionally the media report such cases:

March 22, 2016 – a mother and two young children died in one of the apartments in the Yaroslavl region. According to the investigation, death occurred from helium poisoning while filling balloons [44].

On July 26, 2016, at a birthday party in Yekaterinburg, six adults and four children went with helium vapor from a burst balloon [45].

On July 8, 2022, the body of a 15-year-old boy was found in Zelenogorsk with

момент достал принесённый с собой газовый баллон и стал вдыхать пары газа. В результате подростку стало плохо, присутствующие вызвали врачей скорой медицинской помощи. Приехавшие врачи скорой помощи стали проводить реанимационные мероприятия, однако, они положительного результата не принесли, и подросток скончался на месте [46].

Подобная ситуация, в целом, также актуальна для многих стран. Поэтому распространённость отравлений *He* можно лишь приблизительно оценить по отдельным исследованиям. Так, в США в период 2000-2019 гг. было выявлено 2186 травм, связанных с вдыханием гелия, при стабильном ежегодном увеличении их числа: в 2000-2004 гг. – 99, в 2005-2009 гг. – 305, в 2010-2014 гг. – 864, в 2015-2019 гг. – 918. Возрастное распределение: 0-5 лет – 3,4%, 6-12 лет – 65,3%, 13-19 лет – 26,8% и 20 лет и старше – 4,5%. Две трети (66,1%) пациентов составляли мужчины. Наиболее частыми симптомами или травмами, о которых сообщалось, были обмороки (68,6%), травмы головы без сотрясения мозга (28,1%), головокружение (13,7%), ушибы / ссадины (12,2%) и сотрясение мозга (10,8%). Подавляющее большинство (98,3%) пациентов восстанавливаются после лечения [20]. Преобладание среди пострадавших детей мужского пола в возрасте от 6 до 12 лет может вполне указывать на ведущую причину – умышленное вдыхание гелия из воздушных шаров, что наиболее вероятно – с познавательной целью, а у более опытных – для достижения изменённого сознания. Обе ситуации не могут возникать спонтанно без соответствующей потенцирующей среды и в присутствии внешнего (запрещающего) контроля со стороны взрослых.

В более старшей, подростковой группе, мотивы и другие характеристики контингента несколько меняются. Исследования, проведённые в штате Миссури (США) в большой выборке молодёжи (n=723, средний возраст – 15,5 лет), находившейся на стационарном лечении в связи с делинквентным поведением показали, что умышленно вдыхали гелий 11,5% подростков с намерением получить «кайф», и одна треть (34,2%) потребителей гелия сообщили об «успешности» эксперимента. Среди пользователей *He* преобладали европеоиды, чаще жители сельской местности или небольших городов. Многие из них имели истории психических заболеваний, слуховых галлюцинаций, употребления алкоголя и марихуаны. Пользователи гелия также сообщали о значительно большем количестве текущих психических расстройств, суицидальности, травмирующем жизнен-

signs of gas poisoning. Upon checking, on July 8, 2022, the young man, together with his friends – two underage girls and a 21-year-old boy, came to the entrance of the house, where they began to drink alcohol. At the same time, the teenager did not drink alcohol with the rest, however, at some point he took out the gas cylinder he had brought with him and began to inhale gas vapors. As a result, the teenager became ill, those present called ambulance doctors. The ambulance doctors who arrived began to carry out resuscitation measures, however, they did not bring a positive result, and the teenager died on the spot [46].

A similar situation, in general, is also relevant for many countries. Therefore, the prevalence of *He* poisoning can be estimated only approximately from individual studies. For example, in the United States in the period 2000-2019 2186 injuries associated with helium inhalation were identified, with a stable annual increase in their number: in 2000-2004 there were 99 registered cases, in 2005-2009 – 305, in 2010-2014 – 864, in 2015-2019 – 918. Age distribution: 0-5 years old – 3.4%, 6-12 years old – 65.3%, 13-19 years old – 26.8% and 20 years and older – 4.5%. Two-thirds (66.1%) of the patients were male. The most common symptoms or injuries reported were syncope (68.6%), head trauma without concussion (28.1%), dizziness (13.7%), bruises / abrasions (12.2%), and brain concussion (10.8%). The vast majority (98.3%) of patients recover after treatment [20]. The predominance of male children aged 6 to 12 among the affected children may well indicate the leading cause – the deliberate inhalation of helium from balloons, which is most likely for cognitive purposes, and for more experienced ones – to achieve an altered consciousness. Both situations cannot arise spontaneously without an appropriate potentiating environment and in the presence of external (forbidding) control from adults.

In the older, adolescent group, the motives and other characteristics of the contingent change somewhat. Studies conducted in Missouri (USA) in a large sample of young people (n=723, mean age 15.5 years) who were hospitalized due to delinquent behavior showed that 11.5% of adolescents deliberately inhaled helium with the intention of becoming "high" and one-third

ном опыте и антисоциальных установках, чертах характера и поведении, чем те, кто их не употреблял [47]. В заключении авторы особо обращают внимание на то, что хотя в последние годы число смертельных случаев, связанных с гелием, и опасения по поводу потенциально вредных последствий использования гелия возросли, об эпидемиологии вдыхания гелия подростками практически ничего не известно [47].

Изучение ключевых характеристик потребителей гелия в России также актуально и остаётся предметом возможных исследований, в том числе с учётом всё более частых сообщений об использовании *He* по суицидальным мотивам.

Эпидемиология суицидальных отравлений

Вдыхание газов с суицидальной целью в некоторых странах составляет значительный процент в общей структуре суицидов. В США – 4% [48], при этом вдыхаемые токсины являются наиболее популярными (81%) среди немедикаментозных самоубийств [49]; в Канаде – 4,7% [50], Англии и Уэльсе – 5,2% [51], Австралии – 10% [52], Гонконге – 16,7% [53].

На протяжении всего XX века среди газообразных токсикантов, используемых по суицидальным мотивам, в подавляющем большинстве случаев преобладал монооксид углерода (CO) из выхлопных газов автомобилей и сжигания древесного угля [48]. Начиная с нулевых годов нового тысячелетия картина стала меняться. Только в США за период 2005-2012 гг. доля других видов газа (в первую очередь гелий) возросла с 15% до 40% [48]. При этом рост числа умышленных смертей от вдыхания *He* происходил на фоне снижения числа отравлений угарным газом [49, 54].

Подобная динамика наблюдается и в других странах [55, 56, 57]. В Англии и Уэльсе в 2001-2011 годах число самоубийств, совершённых с использованием CO, сократилось на 53%, но одновременно наблюдался быстрый рост смертности от вдыхания гелия: с пяти смертей за двухлетний период 2001-2002 годов до 89 в 2010-2011 гг. (увеличение в 17 раз) [51]. В Торонто (Канада) по сравнению с 1998-2003 гг. и 2010-2015 годами число суицидальных смертей от гелия увеличилось на 1075% (с 4 до 43) [50]. В Австралии за период с 2001 по 2009 год отмечено увеличение числа гелиевых суицидов на 163% [58], при стабильном сохранении достигнутого уровня в период с 2011 по 2020 год [59], на фоне снижения использования угарного газа [52]. Аналогичные

(34.2%) of helium users reported the experiment being "successful". Caucasians dominated among *He* users, more often residents of rural areas or small towns. Many of them had a history of mental illness, auditory hallucinations, alcohol and marijuana use. Helium users also reported significantly more ongoing psychiatric disorders, suicidality, traumatic life experiences, and antisocial attitudes, traits, and behaviors than non-users [47]. In conclusion, the authors emphasize that although helium-related deaths and concerns about potentially harmful effects of helium use have increased in recent years, little is known about the epidemiology of helium inhalation in adolescents [47].

The study of the key characteristics of helium consumers in Russia is also relevant and remains the subject of possible research, including taking into account the increasingly frequent reports *He* used with suicidal purposes.

Epidemiology of suicidal poisoning

Inhalation of gases for suicidal purposes in some countries is a significant percentage of the overall structure of suicides. In the USA, 4% [48], while inhaled toxins are the most popular (81%) among non-drug suicides [49]; in Canada, 4.7% [50], England and Wales, 5.2% [51], Australia, 10% [52], Hong Kong, 16.7% [53].

Throughout the 20th century, among the gaseous toxicants used for suicidal motives, carbon monoxide (CO) from car exhaust gases and charcoal combustion predominated in most cases [48]. Starting from the zero years of the new millennium, the picture began to change. In the United States alone, in 2005–2012, the share of other types of gas (primarily helium) increased from 15% to 40% [48]. At the same time, an increase in the number of intentional deaths from *He* inhalation occurred against the background of a decrease in the number of carbon monoxide poisoning [49, 54].

Similar dynamics is also observed in other countries [55, 56, 57]. In England and Wales in 2001-2011, the number of suicides committed using CO decreased by 53%, but at the same time there was a rapid increase in deaths from helium inhalation: from five deaths in the 2001-2002 biennium to 89 in 2010-2011. (17 times magnification) [51]. In Toronto (Canada), compared with 1998-2003. and 2010–2015, the number of sui-

тенденции прослеживаются и в других странах, особенно в тех, где ингаляционный способ занимает значимый процент в структуре способов добровольной смерти – Гонконг [60], Япония [61], и др.

Безусловно, сегодня гелий не занимает лидирующие позиции среди газовых самоубийств и пока не может по распространённости конкурировать с вдыханием СО при сжигании древесного угля. Однако, регистрируемый рост использования гелия в последние два десятилетия требует проявления большего внимания с целью совершенствования мер профилактики [60, 61]. Это в полной мере относится и к России.

Какова распространённость данного способа добровольного ухода из жизни в нашей стране неизвестна. Помимо отмеченных выше чисто статистических ограничений учёта случаев обычных отравлений *He*, существуют сложности постмортального выявления и подтверждения этиологической роли гелия при летальных исходах. Имеющиеся сегодня в распоряжении судебных медиков лабораторные методы исследования часто проявляют значительные ограничения, что затрудняет идентификацию *He* у погибшего (см. ниже) [38, 39, 55]. Поэтому, как и при простых отравлениях, в учётных формах в качестве причины смерти нередко указывается «отравление другим (неустановленным) газом».

В целом, вдыхание газов среди погибших добровольной смертью в России, в отличие от многих других стран, не распространено [62, 63], и занимает менее одного процента, при доминировании в структуре летальных отравлений монооксида углерода (СО) с характерным сценарием использования выхлопных газов автомобиля и «гаражной смерти» [64]. Случаи использования гелия, впервые появившиеся в практике российских врачей - токсикологов и судебных медиков во втором десятилетии XXI века, всё чаще становятся предметом обсуждения в СМИ и интернет-пространстве, что позволяет косвенно указать на увеличение числа этих случаев.

17 февраля 2017 г. В одном из поселков мужчина насмерть отравился гелием в Ленобласти. Тело мужчины было найдено с пакетом на голове и подведённым к нему шлангом [65].

5 июля 2022 г. в студенческом общежитии одного из вузов Волгограда найдено тело 22-летнего студента, приехавшего учиться из города Волгодонск Ростовской области. На голове у умершего был полиэтиленовый пакет, подсоединенный к 10-литровому металлическому баллону с газом «Гелий» для надувания воздушных шаров [66].

cidal deaths from helium increased by 1075% (from 4 to 43) [50]. In Australia, from 2001 to 2009, there was an increase in the number of helium suicides by 163% [58], with a stable maintenance of the achieved level in the period from 2011 to 2020 [59], against the background of a decrease in the use of carbon monoxide [52]. Similar trends are observed in other countries, especially in those where the inhalation method occupies a significant percentage in the structure of voluntary death methods – Hong Kong [60], Japan [61], etc.

Of course, today *He* does not take a leading position among gas suicides and cannot yet compete in prevalence with CO inhalation when burning charcoal. However, the registered increase in helium use in the last two decades requires more attention in order to improve prevention measures [60, 61]. This fully applies to Russia.

The prevalence range of this method of voluntary departure from life in our country is unknown. In addition to the purely statistical limitations noted above in accounting for cases of ordinary *He* poisoning, there are difficulties in post-mortem identification and confirmation of the etiological role of helium in lethal outcomes. The laboratory research methods currently available to forensic physicians often exhibit significant limitations, which makes it difficult to identify *He* in the deceased (see below) [38, 39, 55]. Therefore, as with simple poisonings, the cause of death is often indicated in the registration forms as "poisoning by another (unidentified) gas."

In general, inhalation of gases among those who died of voluntary death in Russia, unlike many other countries, is not common [62, 63], and takes less than one percent, with carbon monoxide (CO) dominating in the structure of lethal poisonings with a typical scenario for the use of exhaust gases car and "garage death" [64]. Cases of helium use, which first appeared in the practice of Russian toxicologists and forensic doctors in the second decade of the 21st century, are increasingly becoming the subject of discussion in the media and the Internet, which makes it possible to indirectly indicate an increase in the number of these cases.

February 17, 2017 in one of the villages, a man was poisoned to death with helium in the Leningrad region. The man's body

Почему гелий?

Индивидуальные факторы, определившие выбор отдельного человека, могут быть различны. Однако во многих случаях можно выделить общие тенденции.

История использования гелия по суицидальным мотивам составляет около двух десятилетий. Среди ведущих причин почти одновременного появления этого нового способа самоубийства во многих странах мира можно выделить: 1) доступность гелия; 2) разработка методики суицида и 3) её активная пропаганда.

Развитие технологий промышленного производства снизило стоимость гелия, а возможность приобретения в форме бытовых баллонов для наполнения детских шаров обеспечило широкий доступ к токсиканту для населения. В период до формирования в разных странах возможности применения *He* в сфере услуг (в том числе развлекательных), трагические последствия его использование исключительно в технологических целях (например, при заправке аэростатов) носили непреднамеренный характер. Случаев самоубийств, относящихся к «производственному» периоду, в доступной литературе не приводится.

Методика суицида с вдыханием гелия в пластиковом пакете в начале нулевых годов XXI века была подробно описана в популярной литературе и видеоматериалах "как это сделать" сторонниками свободного выбора и права на смерть [67, 68, 69]. В перечень категорий, для которых доводилась эта информация были включены смертельно больные, пожилые люди [14, 70]. Практически сразу методика стала предлагаться для эвтаназии в странах, где этот способ добровольного ухода из жизни был разрешён – Нидерланды [70, 71], некоторые штаты США [68], Канада [50], Швейцария [72].

Доступность и активное продвижение информации в СМИ и интернет-ресурсах о «гелиевом методе» способствовали более частому его выбору лиц, подписавших согласие на эвтаназию, вместо традиционно используемых передозировки наркотиков и барбитуратов. В пользу *He* чаще указывали лица более молодого возраста, и сегодня количество этих случаев неуклонно растёт [70, 72].

Значимым аргументом, по мнению избравших *He*, явилось то, что пропагандистами он указывался как эффективное и мирное средство [14]. Среди других факторов, имевших значение для потенциальных суицидентов – заявленные «свобода от дискомфорта

was found with a bag over his head and a hose connected to it [65].

On July 5, 2022, the body of a 22-year-old student who came to study from the city of Volgodonsk, Rostov Region, was found in a student hostel at a university in Volgograd. On the head of the deceased there was a plastic bag connected to a 10-liter metal cylinder with "Helium" gas for inflating balloons [66].

Why helium?

Individual factors that determined the choice of an individual may be different. However, in many cases general trends can be identified.

The history of the use of helium for suicidal motives counts for about two decades. Among the leading reasons for the almost simultaneous appearance of this new method of suicide in many countries of the world there are: 1) the availability of helium; 2) development of suicide methods and 3) its active promotion.

The development of industrial production technologies has reduced the cost of helium, and the possibility of purchasing it in the form of household cylinders for filling children's balloons has provided wide access to the toxicant for the population. In the period before there formed the possibility of using *He* in the service sector (including entertainment) in different countries, the tragic consequences of its use exclusively for technological purposes (for example, when refueling balloons) were unintended. There are no cases of suicide related to the "production" period in the available literature.

The technique of suicide by inhaling helium in a plastic bag in the early 2000s of the 21st century was described in detail in popular literature and "how to do it" videos by supporters of free choice and the right to die [67, 68, 69]. The list of categories for which this information was provided included the terminally ill and the elderly [14, 70]. Almost immediately, the technique began to be offered for euthanasia in countries where this method of voluntary death was allowed – the Netherlands [70, 71], some US states [68], Canada [50], Switzerland [72].

The availability and active promotion of information in the media and Internet resources about the "helium method" contributed to its more frequent choice of those

и боли», «быстрый эффект» (быстрое наступление смерти) и относительно лёгкая доступность необходимых аксессуаров [36, 73]. Сочетание этих условий способствовало расширению использования инертных газов по суицидальным мотивам [29, 49].

Активное продвижение гелиевого метода в СМИ и интернете, в том числе статьи после самоубийств знаменитостей, привели к увеличению числа его использования по суицидальным мотивам уже за рамками вынужденного выбора при эвтаназии. Повышенная осведомлённость об этом способе самоубийства способствовала увеличению сторонников этого нефармацевтического метода вместо того, чтобы обратиться за помощью к врачу [74, 75]. Роль СМИ подтверждается и тем фактом, что повышение количества регистрируемых случаев «гелиевой» смерти часто совпадает с публикациями и обновлениями в Сети популярного текста "Право на смерть", в котором описывается метод [68]. При постмортальном расследовании рядом с погибшими нередко находят книгу "Окончательный выход" или другую литературу соответствующей тематики [50, 73]. У каждого второго-третьего суицидента выявляют признаки поиска в Интернете инструкции по использованию гелия перед покушением [29, 51, 53]. Обращение внимание профессиональной среды на эти факты может указать на важные направления профилактической работы.

Источники гелия и процедура

Источником *He* при попытках суицида практически во всех случаях является сжатый газ, доступный в торговых сетях в виде баллонов для наполнения детских воздушных шаров, реализуемый в том числе через онлайн-продажи [68].

Сама технология, описанная во многих источниках, включает закрытый резервуар, обычно пластиковый пакет, надетый на голову, с подведённым под него шлангом от газового баллона [61, 76, 77]. Иногда для этих целей будущие жертвы сами изготавливают различной сложности самодельные маски, в том числе по инструкциям, найденным в Интернете [78], или используют кухонную полиэтиленовую пленку, закрывающую нос и рот [79]. Для уменьшения внутреннего пространства для дыхания, ограничения потерь газа и фиксации трубки некоторые поверх пакета обматывают клейкой лентой, что значительно повышает риск смерти, в том числе от гипербарической травмы. С этой же целью вместе со всем комплектом оборудования ("сумка для выхода" + баллон) суициденты могут забираться в ограничен-

who signed the consent to euthanasia, instead of the traditionally used overdose of drugs and barbiturates. Younger people also opted out for *He* and today the number of such cases is steadily growing [70, 72].

The significant argument, in the opinion of those who chose *He*, was that propagandists indicated it as an effective and peaceful means [14]. Among other factors that were important for potential suicide attempters were the claimed "freedom from discomfort and pain", "quick effect" (quick death), and the relatively easy availability of necessary accessories [36, 73]. The combination of these conditions contributed to the expansion of the use of inert gases for suicidal motives [29, 49].

The active promotion of the helium method in the media and the Internet, including articles following celebrity suicides, has led to an increase in the number of its use for suicidal motives beyond the forced choice in euthanasia. Increased awareness of this method of suicide has contributed to an increase in supporters of this non-pharmaceutical method instead of seeking medical help [74, 75]. The role of the media is also confirmed by the fact that the increase in the number of registered cases of "helium" death often coincides with the publication and updates on the Web of the popular text "The Right to Die", which describes the method [68]. During the post-mortem investigation, the book *The Final Exit* or other literature on the relevant subject is often found next to the dead person [50, 73]. Every second or third suicide reveals signs of searching the Internet for instructions on using helium before the attempt [29, 51, 53]. Drawing the attention of the professional environment to these facts can point to important areas of preventive work.

Helium sources and procedure

The source of *He* in suicide attempts in almost all cases is compressed gas, which is available in retail chains in the form of cylinders for filling children's balloons, including through online sales [68].

The technology itself, described in many sources, includes a closed reservoir, usually a plastic bag, put over the head, with a gas cylinder hose connected [61, 76, 77]. Sometimes, for these purposes, future victims themselves make home-made masks of varying complexity, including those that

ные пространства – шкаф, туалет и др. [80].

Несмотря на заявляемую сторонниками «гелиевого» метода безболезненность и быстроту эффекта, фиксируемые документально наблюдения за процедурами эвтаназии свидетельствуют, что не всё однозначно. Видеозаписи смертей (Швейцария) подтверждают, что время до потери сознания и время до смерти у отдельных лиц могут сильно различаться [72], что не исключает полностью страдания жертвы. Акцент на этом аспекте вполне может иметь значимое сдерживающее влияние (антисуицидальный фактор) на отдельных лиц.

Пол и возраст суицидентов

Возраст лиц, использующих *He* по суицидальным мотивам, составляет от 19 [80, 81] до 94 [73, 82] лет. Средние возрастные показатели в отдельных странах могут сильно варьировать, но указанный нижний возрастной ценз свидетельствует, что в настоящее время это не метод подростковой аудитории, и обычно используется лицами более старшего поколения. Так, в Северной Каролине (США) средний возраст погибших от самоубийств с использованием гелия составляет 41,1 года [83], в Австралии (2003–2017 гг.) – 47 лет [82]. В качестве значимых факторов повышения возрастного ценза могут выступать тяжёлые соматические заболевания, инвалидность, и как следствие, обращение в группу эвтаназии [52]. Эта причина отражает общую тенденцию в других странах, где эвтаназия разрешена. В случаях, не ассоциированных с эвтаназией, возраст суицидентов обычно значительно ниже и ограничивается третьим-четвёртым десятилетиями жизни [40, 51, 76].

Более молодой возраст так же регистрируется у гелиевых суицидентов стран Азии, и в качестве потенцирующих факторов, ведущее значение имеют не болезни, а преимущественно финансовые и социальные проблемы [53].

Несмотря на отмеченные возрастные различия по странам, общей тенденцией для большинства ингаляционных суицидов является двух-трёхкратное преобладание мужчин [83, 83]. Среди возможных объяснений – менее частое наличие достаточных технических компетенций у женщин.

В России в связи с отсутствием статистических данных поло-возрастные характеристики этого контингента точно неизвестны. Однако, публикуемые в СМИ и интернет-ресурсах сообщения о случаях самоубийств с использованием *He*, также свидетельствуют об исключительном доминировании мужчин,

follow instructions available on the Internet [78], or use kitchen polyethylene film that covers the nose and mouth [79]. To reduce the internal space for breathing, limit gas loss and fix the tube, some wrapped the bag with duct tape, which greatly increases the risk of death, including from hyperbaric injury. For the same purpose, together with the entire set of equipment ("exit bag" + cylinder), suicide attempters can climb into confined spaces – a closet, a toilet, etc. [80].

Despite the method being painless and fast in effect declared by the supporters of the "helium", documented observations of euthanasia procedures indicate that not everything is yet clear. Video recordings of deaths (Switzerland) confirm that the time it takes to lose consciousness and to actually die can vary greatly in individuals [72], which does not completely exclude the suffering of the victim. Emphasis on this aspect may well have a significant deterrent effect (anti-suicidal factor) on individuals.

Gender and age of suicide attempters

The age of persons using *He* for suicidal reasons ranges from 19 [80, 81] to 94 [73, 82]. Mean age ranges vary greatly from country to country, but the lower age limit indicated shows that this is not currently a teen audience method, and is generally used by older people. Thus, in North Carolina (USA), the mean age of deaths from suicides using helium is 41.1 years [83], in Australia (2003–2017) it is 47 [82]. Severe somatic diseases, disability, and, as a result, application to the euthanasia group can act as significant factors for increasing the age limit [52]. This reason reflects a general trend in other countries where euthanasia is legal. In cases not associated with euthanasia, the age of suicides is usually much lower and is limited to the third or fourth decades of life [40, 51, 76].

A younger age is also recorded in helium suicides in Asian countries, and as potentiating factors, the leading factors are not diseases, but mainly financial and social problems [53].

Despite noted age differences across countries, the general trend for most inhalation suicides is a two to three-fold male predominance [83, 83]. Possible explanations include the less frequent presence of sufficient technical competencies among women.

при ведущей возрастной категории от 20 до 40 лет.

Социальный статус

Показатели социальных характеристик данной категории суицидентов в отдельных странах различаются. Тем не менее, чаще указывается на более высокий уровень образования. В Англии и Уэльсе по сравнению используемыми другими методами, лица, применяющие гелий для самоубийства, как правило, принадлежали к более обеспеченным социально-экономическим группам [51]. В Гонконге – образованные, чаще потерявшие работу, и вследствие этого получивших проблемы с долгами [53]. Многие одиноки или в разводе.

Несмотря на это, всё же основными характеристиками контингента, в том числе и в России являются факторы социально-экономического неблагополучия, часто ассоциируемые с психологическими и психиатрическими проблемами.

Психическое состояние и ПАВ

Психические нарушения, преимущественно депрессия различной степени выраженности и длительности присутствуют у большинства (6 из 10) суицидентов [79, 83]. Лишь немногие активно обращаются к специалистам в области психического здоровья и получают психиатрическую помощь. Чаще симптомы депрессии остаются нераспознанными [53]. Нередко на месте трагедии находят посмертные записки, преимущественно депрессивного содержания [39].

Как и для других категорий лиц, совершающих суицидальные действия (вне эвтаназии), значимым фактором является злоупотребление психоактивными веществами и алкоголем [83].

Характер и мотивы суицидальных действий

«Гелиевые» суициды редко ситуативно обусловлены, преимущественно носят истинный характер при доминировании общего мотива – умереть. Необходимость подготовки, приобретения оборудования (баллон с газом, маска, трубка и др.), сборка общего действующего конструкта и поиск уединённого места, требуют помимо определённых навыков, устойчивого желания завершить земной путь [40, 76, 80].

Среди суицидальных действий преобладают завершённые суициды, что подтверждает высокую летальность метода. Самостоятельные попытки остановить процедуру после получения достаточной дозы гелия, вероятно, малоэффективны, и в литературе не описаны (при эвтаназии, проводимой под объективным контролем, подобных наблюдений не зарегистрировано [72]). Тем не менее, в общей попу-

In Russia, due to the lack of statistical data, the gender and age characteristics of this contingent are not exactly known. However, reports of cases of suicides using He published in the media and Internet resources also indicate the exclusive dominance of men, with the leading age category from 20 to 40 years of age.

Social status

Indicators of social characteristics of this category of suicide attempters vary in individual countries. However, more often a higher level of education is reported. In England and Wales, compared to those using other methods, those who use helium for suicide, as a rule, belonged to more affluent socioeconomic groups [51]. In Hong Kong, they are educated, more likely to lose their jobs and, as a result, have problems with debts [53]. Many are single or divorced.

Despite this, the main characteristics of the contingent, including in Russia, are factors of socio-economic disadvantage, often associated with psychological and psychiatric problems.

Mental state and PAS

Mental disorders, mainly depression of varying severity and duration, are present in the majority (6 out of 10) of suicides [79, 83]. Only a few actively seek out mental health professionals and receive mental health care. More often, the symptoms of depression remain unrecognized [53]. Quite often, posthumous notes are found at the site of the tragedy, mostly of a depressive content [39].

As for other categories of persons committing suicidal acts (outside of euthanasia), a significant factor is the abuse of psychoactive substances and alcohol [83].

The nature and motives of suicidal actions

"Helium" suicides are rarely situationally determined, mostly they are true in nature with the dominance of a common motive – to die. The need for preparation, the acquisition of equipment (gas cylinder, mask, snorkel, etc.), the assembly of a common operating construct and the search for a secluded place, require, in addition to certain skills, a steady desire to complete the earthly journey [40, 76, 80].

Among suicidal actions, completed suicides predominate, which confirms the high lethality of the method. Independent attempts to stop the procedure after receiving

ляции случаи выживания после покушений имеются. Как правило, они обусловлены случайным обнаружением суицидента и вовремя оказанной ему помощью [40]. Повторные попытки суицида выживших после ингаляции гелия так же не описаны.

Гелий практически всегда используется для реализации индивидуальных самоубийств, в отличие, например, от монооксида углерода (СО), или других газов, которые нередко применяются в случаях добровольной смерти по взаимной договорённости (пакт о самоубийстве) [84, 85]. Имеются лишь единичные описания совместных добровольных смертей от вдыхания инертного газа, чаще совершаемых семейными парами [86]. Среди причин нераспространённости расширенного суицида с помощью гелия может быть определённая сложность подготовки двойной системы «мешка для выхода» и подачи газа, для других – необходимость поддержания зрительного контакта и фактора присутствия до последней минуты. Так же можно предположить, что при отсутствии эффективных мер профилактики и дальнейшего увеличения числа приверженцев «гелиевой» смерти случаи пактов будут регистрироваться с большей частотой [86].

Диагностика и дифференциальная диагностика

При экспертизе всегда решаются следующие вопросы:

1. Является ли гелий причиной ингаляционной травмы / смерти?
2. Это несчастный случай или насильственная смерть?
3. Если насильственная, то является ли это убийством, самоубийством, инсценированным убийством (под суицид) или эвтаназия, в том числе, скрытая (удалены признаки содействия)?

Гелий быстро рассеивается в окружающем воздухе, и обычно его присутствие практически невозможно обнаружить ни в крови, ни в тканях не только после кратковременной ингаляции без негативных последствий («ингаляционный эксперимент»), но и погибшего [87]. Часто «гелиевая» смерть не оставляет характерных макро- и микроскопических посмертных изменений [38], и, как правило, не может быть установлена путём традиционной секционной процедуры [29, 73].

Если во время вскрытия подозревается смерть от вдыхания инертного газа, взятые традиционным способом образцы биологического материала для последующего анализа с помощью обычной газовой хроматографии в сочетании с масс - спектрометрией

a sufficient dose of helium are probably ineffective, and are not described in the literature (no such observations have been recorded in objectively controlled euthanasia [72]). However, in the general population, there are cases of survival after assassination attempts. As a rule, they are caused by the accidental discovery of a suicidal person and timely assistance provided to them [40]. Repeated suicide attempts by survivors after helium inhalation are also not described.

Helium is almost always used to implement individual suicides, unlike, for example, carbon monoxide (CO) or other gases, which are often used in cases of voluntary death by mutual agreement (suicide pact) [84, 85]. There are only a few descriptions of joint voluntary deaths from inhalation of an inert gas, more often committed by married couples [86]. Among the reasons for the lack of prevalence of extended suicide with helium may be a certain difficulty in preparing a double system of "exit bag" and gas supply, for others, the need to maintain eye contact and presence factor until the last minute. It can also be assumed that in the absence of effective preventive measures and a further increase in the number of adherents of "helium" death, cases of pacts will be recorded with a greater frequency [86].

Diagnosis and differential diagnosis

During the examination, the following questions are always solved:

1. Does helium cause inhalation injury/death?
2. Is it an accident or violent death?
3. If it is violent, is it murder, suicide, staged murder (suicide) or euthanasia, including covert (signs of assistance removed)?

Helium quickly dissipates in the ambient air, and usually its presence is practically impossible to detect either in the blood or in the tissues, not only after short-term inhalation without negative consequences ("inhalation experiment"), but also in the deceased [87]. Often, "helium" death does not leave characteristic macro- and microscopic post-mortem changes [38], and, as a rule, cannot be established by the traditional sectional procedure [29, 73].

If death from inhalation of an inert gas is suspected during an autopsy, samples of biological material taken in the traditional

неинформативны с точки зрения судебного патологоанатома [38, 77]. Для сбора газа из лёгких требуются специальные методы вскрытия и устройства, а в технологии газовой хроматографии требуется замена газа-носителя, так как в большинстве широко используемых аппаратов для исследования применяется непосредственно сам гелий [14]. В качестве альтернативных вариантов предлагаются Неон-21 [88], водород [89].

С целью повышения результативности диагностики также предлагаются *обновлённые рекомендации* по отбору проб при вскрытии, касающиеся выбора образцов и аналитических задач, связанных с газообразным состоянием этого вещества. Лучшими для диагностики воздействия *He* во время вскрытия являются биологические образцы из дыхательных путей (доли лёгких), за ними следует кровь из мозга и сердца. Для более точного документирования случая может быть полезна количественная оценка, которая может отражать условия воздействия *He* (продолжительность, частота дыхания и т.д.), например, для трахеального газа концентрация *He* – до 6,0 мкмоль/мл и др. [55].

Учитывая, что вдыхание гелия может быть использовано при сокрытии убийства, с целью исключения инсценировки преступления или несчастного случая важно проведение соответствующего профессионального расследования. Привлечение гелия в качестве летального средства редко, но всё же можно предполагать при внезапной «беспричинной» смерти детей и пожилых людей, сомнительных случаях самоубийств и несчастных случаев, др. [28, 71].

Большинство экспертов считают, что решающее значение для правильной установки причины имеет изучение обстоятельств обнаружения трупа, его тщательный судебный осмотр, осмотр вещественных доказательств и места смерти, тщательное вскрытие [14, 67, 90, 92]. В качестве дополнительных источников могут служить интернет-ресурсы, электронная почта, компьютер погибшего [80].

Для подтверждения / исключения суицидального мотива смерти важное значение будет иметь изучение суицидального анамнеза, наличие в прошлом попыток, самоповреждений и/или других форм девиантного, в том числе рискованного поведения.

Профилактика

Снижение частоты использования гелия в суицидальной практике трудно ожидать в ближайшей перспективе [14]. Многие страны в последние годы чаще лишь демонстрируют неуклонный рост числа

way for subsequent analysis using conventional gas chromatography in combination with mass spectrometry are uninformative from the point of view of a forensic pathologist [38, 77]. Collection of gas from the lungs requires special opening methods and devices, and gas chromatography technology requires replacement of the carrier gas, since most widely used research apparatus uses helium itself [14]. Neon-21 [88] and hydrogen [89] are proposed as alternatives.

Updated necropsy sampling guidelines are also being proposed to improve diagnostic performance, regarding sample selection and analytical challenges related to the gaseous state of this substance. Biological samples from the respiratory tract (lobes of the lungs) are the best for diagnosing *He* exposure during autopsy, followed by blood from the brain and heart. For more accurate documentation of the case, a quantitative assessment may be useful, which may reflect the conditions of exposure to *He* (duration, respiratory rate, etc.), for example, for tracheal gas, the concentration of *He* is up to 6.0 $\mu\text{mol/ml}$, etc. [55].

Given that helium inhalation can be used to cover up a murder, it is important to conduct an appropriate professional investigation in order to rule out a staged crime or accident. The use of helium as a lethal agent is rare, but still it can be assumed in case of sudden “uncaused” death of children and the elderly, dubious cases of suicides and accidents, etc. [28, 71].

Most experts believe that the study of the circumstances of the discovery of the corpse, its thorough forensic examination, examination of material evidence and the place of death, and a thorough autopsy [14, 67, 90, 92] are of decisive importance for the correct determination of the cause. Internet resources, e-mail, the computer of the deceased can serve as additional sources [80].

To confirm/exclude a suicidal motive for death, it will be important to study the suicide history, the presence in the past of attempts, self-harm and/or other forms of deviant, including risky behavior.

Prevention

It is difficult to expect a decrease in the frequency of helium use in suicidal practice in the near future [14]. In recent years,

случаев суицидальной «гелиевой» смерти. Одной из причин такой динамики является широкая доступность самой различной информации, включающей описание методики, источники получения элементов системы, а также различного рода тексты психологического и экзистенциального плана, способные потенцировать саморазрушающее поведение [29, 50, 92].

Профилактические меры, помимо традиционно общих, направленных на выявление суицидоопасного контингента и оказание помощи, должны включать, дополнительные, в том числе ориентированные непосредственно на технологии, ассоциированные с ингаляцией гелия. Среди них можно выделить [48, 53]:

- тщательный мониторинг тенденций, распространённости и динамики числа самоубийств с использованием гелия [52, 53];

- ограничение онлайн-информации об этом методе и доступа к нему [48, 53];

- ответственное освещение в СМИ и интернет-ресурсах случаев «гелиевой» смерти [53], в том числе не связанных с самоубийством. К этой категории работы так же следует отнести достоверное информирование о токсичности и возможных негативных последствий даже случайных ингаляций *He*; отказ от прямого или косвенного пропагандирования *He* как безопасного и полезного в быту газа (в цирке, телеэкране, на детских домашних праздниках и др.);

- увеличение интернет-ресурсов, направленных на поддержку лиц с суицидальным поведением [93], и проявляющих интерес к различного рода способам суицида, в том числе «гелиевому» методу;

- внедрение стратегий ограничения широкого доступа к гелию в магазинах и онлайн-торговле [50, 52];

- разработки стратегий, направленных на предотвращение и снижение распространённости самоубийств посредством применения инертных газов [57].

Важным вопросом является подготовка специалистов, оказывающих помощь и реализующих программы превенции: врачи (психиатры, токсикологи, реаниматологи и др.), психологи, социальные работники и др. [94, 95].

Заключение

Расширение методов и средств суицида – во многом неизбежное следствие технологического процесса, обеспечивающего для широкого массового доступа некогда сложные промышленные продукты

many countries have more often been reporting only a steady increase in the number of cases of suicidal "helium" death. One of the reasons for such dynamics is the wide availability of a wide variety of information, including a description of the methodology, sources of obtaining elements of the system, as well as various kinds of psychological and existential texts that can potentiate self-destructive behavior [29, 50, 92].

Preventive measures, in addition to the traditionally general ones aimed at identifying a suicidal contingent and providing assistance, should include additional ones, including those directly focused on technologies associated with helium inhalation. Among them are [48, 53]:

- careful monitoring of trends, prevalence and dynamics of the number of suicides using helium [52, 53];

- restriction of online information about this method and access to it [48, 53];

- responsible coverage in the media and Internet resources of cases of "helium" death [53], including those not related to suicide. This category of work should also include reliable information about the toxicity and possible negative consequences of even accidental inhalations of *He*; rejection of direct or indirect propaganda of *He* as a gas that is safe and useful in everyday life (in the circus, on television, at children's home holidays, etc.);

- an increase in Internet resources aimed at supporting people with suicidal behavior [93] and showing interest in various types of suicide methods, including the "helium" method;

- introduction of strategies to limit wide access to helium in stores and online trade [50, 52];

- development of strategies aimed at preventing and reducing the prevalence of suicides through the use of inert gases [57].

An important issue is the training of specialists who provide assistance and implement prevention programs: doctors (psychiatrists, toxicologists, resuscitators, etc.), psychologists, social workers, etc. [94, 95].

Conclusion

In many aspects the expansion of methods and means of suicide is an inevitable consequence of the technological process that provides for wide mass access to once complex industrial products with the

при неизменном интересе общества к добровольной смерти. Гелий, как представитель целой группы, так называемых, инертных газов, согласно законам природы, призванных не взаимодействовать с биологическими объектами, стал одним из инструментов воздействия со смертельным исходом. Более того, привнесённый в социальное общество как элемент детского праздника, нередко является причиной трагедий.

Более глубокий интерес к его особым свойствам, способным убить человека при мнимых минимальных негативных проявлениях, перевёл его в категорию средств, используемых с суицидальной целью, а активное информирование населения способствовало внедрению в практику как новую технологию суицида. В настоящее время число погибших «гелиевой» смертью растёт во многих странах мира.

Представленные в настоящем обзоре данные свидетельствуют о высокой актуальности данной темы. Многие вопросы изучены и освещены в специальной литературе недостаточно полно, и требуют более глубоких исследований. Прямое следствие – сложности в определении спектра эффективных мер профилактики. Предлагаемые сегодня традиционные меры ограничения доступа к газу, вполне ожидаемо будут односторонни и недостаточно эффективны. Можно с определённой долей уверенности предположить, что при отсутствии должного внимания к теме, сохранении возможности для населения получать доступ к газу и, самое главное, потенцирующей информации в СМИ, количество потребителей и жертв *He* будет увеличиваться, и он сможет занять более значимое место в общей структуре суицидов.

В России в настоящее время «гелиевый выход», всё же относительно редкое явление. Поэтому своевременное, масштабное, комплексное и целенаправленное проведение дифференцированных мер профилактики может явиться залогом ограничения распространения в популяции данного способа самоубийства и одной из мер по снижению суицидальной смертности.

society's constant interest in voluntary death. Helium, as a representative of a whole group of so-called inert gases, according to the laws of nature, designed not to interact with biological objects, has become one of the lethal tools. Moreover, introduced into social society as an element of a children's holiday, it is often the cause of tragedies.

A deeper interest in its special properties, capable of killing a person with imaginary minimal negative manifestations, transferred it to the category of drugs used for suicidal purposes, and active public awareness contributed to the introduction into practice as a new suicide technology. Currently, the number of deaths by "helium" death is growing in many countries of the world.

The data presented in this review indicate the high relevance of this topic. Many issues have not been fully studied and covered in the specialized literature, and require more in-depth research. A direct consequence is the difficulty in determining the range of effective prevention measures. The traditional measures proposed today to restrict access to gas are expected to be unilateral and not effective enough. It can be assumed with a certain degree of confidence that in the absence of due attention to the topic, the preservation of the opportunity for the population to access gas and, most importantly, potentiating information in the media, the number of *He* consumers and victims will increase, and it will be able to take a more significant place in the overall structure of suicides.

In Russia, at present, the "helium" means is still a relatively rare occurrence. Therefore, timely, large-scale, comprehensive and targeted implementation of differentiated preventive measures can be the key to limiting the spread of this method of suicide in the population and one of the measures to reduce suicidal mortality.

Литература / References:

1. Preventing suicide: a global imperative. Geneva: World Health Organization; 2014. 102 p.
2. National suicide prevention strategies: progress, examples and indicators. Geneva: World Health Organization, 2018.
3. Гелий. *Большая Советская Энциклопедия*. М. Т. 10. Газель-Германий. 1952. С. 348-350. [Helium. *The Great Soviet Encyclopedia*. М. V. 10. 1952. pp. 348-350.] (In Russ)
4. Spake J.J., Sing D.K., Evans T.M., Oklopčić A., Bourrier V., Kreidberg L., Rackham B.V., Irwin J., Ehrenreich D., Wyt-
- tenbach A., Wakeford H.R., Zhou Y., Chubb K.L., Nikolov N., Goyal J.M., Henry G.W., Williamson M.H., Blumenthal S., Anderson D.R., Hellier C., Charbonneau D., Udry S., Madhusudhan N. Helium in the eroding atmosphere of an exoplanet. *Nature*. 2018 May; 557 (7703): 68-70. DOI: 10.1038/s41586-018-0067-5. PMID: 29720632
5. Иванов С.И. Развитие научных основ и обобщение опыта разработки месторождений многокомпонентных природных газов в составе газохимических комплексов. *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2010; 2: 33-51. [Ivanov S.I. Development of scientific foun-

- dations and generalization of experience in the development of deposits of multicomponent natural gases as part of gas chemical complexes. *Environmental protection in the oil and gas industry*. 2010; 2: 33-51.] (In Russ)
6. Поляк Б.Г., Лаврушин В.Ю., Ингуаджиато С., Киквадзе О.Е. Изотопы гелия в газах минеральных вод Западного Кавказа. *Литология и полезные ископаемые*. 2011; 6: 555-557. [Polyak B.G., Lavrushin V.Yu., Inguajato S., Kikvadze O.E. Helium isotopes in gases of mineral waters of the West Caucasus. *Lithology and minerals*. 2011; 6: 555-567.] (In Russ)
 7. Обжиров А.И., Телегин Ю.А., Окулов А.К. Газогеохимические поля и распределение природных газов в Дальневосточных морях. *Подводные исследования и робототехника*. 2018; 1 (25): 66-74. [Obzhiron A.I., Telegin Yu.A., Okulov A.K. Gas-geochemical fields and distribution of natural gases in the Far Eastern seas. *Underwater research and robotics*. 2018; 1 (25): 66-74.] (In Russ)
 8. Голубева И.А., Нигаард Р.Р., Казаченко Н.И. Удивительный гелий: история открытия в лицах. *Нефтепереработка и нефтехимия*. 2014; 12: 18-32. [Golubeva I.A., Nigaard R.R., Kazachenko N.I. Amazing helium: the history of discovery in persons. *Oil refining and petrochemistry*. 2014; 12: 18-32.] (In Russ)
 9. Якуцени В.П. Традиционные и перспективные области применения гелия. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 2009; 4: 1-13. [Yakutseni V.P. Traditional and promising applications of helium. *Oil and gas geology. Theory and practice*. 2009; 4: 1-13.] (In Russ)
 10. Лавренченко Г.К., Уткин В.Н. Как предотвратить «гелиевую недостаточность»? *Технические газы*. 2013; 3: 2-11. [Lavrenchenko G.K., Utkin V.N. How «helium insufficiency» can be averted? *Technical gases*. 2013; 3: 2-11.] (In Russ)
 11. Карпова Л.И., Шаров А.М. Советское дирижаблестроение в 1935-1937 гг. *Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации*. 2014; 203: 5-10. [Karpova L.I., Sharov A.M. Soviet airship construction in 1935-1937. *Scientific Bulletin of the Moscow State Technical University of Civil Aviation*. 2014; 203: 5-10.] (In Russ)
 12. Исаков В.С. Использование дирижаблей в современном мире. *Инновации. Наука. Образование*. 2021; 27: 1280-1283. [Isakov V.S. The use of airships in the modern world. *Innovation. The science. Education*. 2021; 27: 1280-1283.] (In Russ)
 13. Дудкина М.П. Традиционные и перспективные области применения гелия. *Международный научный журнал «Вестник науки»*. 2022; 5 (50): 205-209. [Dudkina M.P. Traditional and promising areas applications of helium. *International scientific journal "Bulletin of science"*. 2022; 5 (50): 205-209.] (In Russ)
 14. Grassberger M., Krauskopf A. Suicidal asphyxiation with helium: report of three cases. *Wien Klin Wochenschr*. 2007; 119 (9-10): 323-325. DOI: 10.1007/s00508-007-0785-4. PMID: 17571238
 15. Berganza C.J., Zhang J.H. The role of helium gas in medicine. *Med Gas Res*. 2013 Aug 4; 3 (1): 18. DOI: 10.1186/2045-9912-3-18. PMID: 23916029
 16. Hess D.R., Fink J.B., Venkataraman S.T., Kim I.K., Myers T.R., Tano B.D. The history and physics of heliox. *Respir Care*. 2006 Jun; 51 (6): 608-12. PMID: 16723037
 17. Coburn M., Maze M., Franks N.P. The neuroprotective effects of xenon and helium in an in vitro model of traumatic brain injury. *Crit Care Med*. 2008 Feb; 36 (2): 588-595. DOI: 10.1097/01.CCM.0B013E3181611F8A6. PMID: 18216607
 18. Malbranque S., Mauillon D., Turcant A., Rouge-Maillart C., Mangin P., Varlet V. Quantification of fatal helium exposure following self-administration. *Int J Legal Med*. 2016 Nov; 130 (6): 1535-1539. DOI: 10.1007/s00414-016-1364-x. PMID: 27113477
 19. Tretjak M., Gorjup V., Mozina H., Horvat M., Noc M. Cerebral and coronary gas embolism from the inhalation of pressurized helium. *Crit Care Med*. 2002 May; 30 (5): 1156-1157. DOI: 10.1097/00003246-200205000-00034. PMID: 12006819
 20. Forrester M.B. Helium inhalation injuries managed at emergency departments. *Clin Toxicol (Phila)*. 2021 Feb; 59 (2): 138-141. DOI: 10.1080/15563650.2020.1776871. PMID: 32527163
 21. Zaia B.E., Wheeler S. Pneumomediastinum after inhalation of helium gas from party balloons. *J Emerg Med*. 2010 Feb; 38 (2): 155-158. DOI: 10.1016/j.jemermed.2007.02.066. PMID: 18024067
 22. Pasterkamp H., Sanchez I. Effect of gas density on respiratory sounds. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996 Mar; 153 (3): 101087-92. DOI: 10.1164/ajrccm.153.3.8630549. PMID: 8630549
 23. Никандров В., Дормашевич Е., Жук О. Ингаляции кислородно-гелиевой смеси. *Наука и инновации*. 2012; 10 (116): 59-61. [Nikandrov V., Domashevich E., Zhuk O. Inhalation of oxygen-helium mixture. *Science and innovation*. 2012; 10 (116): 59-61.] (In Russ)
 24. Grosz A.H., Jacobs I.N., Cho C., Schears G. Use of helium-oxygen mixtures to relieve upper airway obstruction in a pediatric population. *J Laryngoscope*. 2001 Sep; 111 (9): 1512-1514. DOI: 10.1097/00005537-200109000-00004. PMID: 11568598
 25. Ляхин Р.Е., Жданов А.Д., Щеголев А.В., Жданов К.В., Салухов В.В., Зверев Д.П. и др. Применение кислородно-гелиевой газовой смеси «ГелиОкс» для лечения дыхательной недостаточности у пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 (рандомизированное одноцентровое контролируемое исследование). *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2021; 10 (3): 430-437. DOI: 10.23934/2223-9022-2021-10-3-430-4 [Lakhin R.E., Zhdanov A.D., Shegolev A.V., Zhdanov K.V., Salukhov V.V., Zverev D.P., et al. Oxygen-helium gas mixture «HeliOx» for the treatment of respiratory failure in patients with new coronavirus infection COVID-19 (randomized single-center controlled trial). *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2021; 10 (3): 430-437. DOI: 10.23934/2223-9022-2021-10-3-430-437] (In Russ)
 26. Соколова О.П., Макарова А.В., Сerezвин И.С., Васильев И.В., Яблонский П.К. Опыт применения гелиокса в лечении вирусной пневмонии при COVID-19. *Медицинский альянс*. 2021; 9 (2): 8-14. DOI: 10.36422/23076348-2021-9-2-8-14 [Sokolova O., Makarova A., Serezvin I., Vasiliev I., Yablonskiy P. Experience of using Heliox in the treatment of viral pneumonia in COVID-19. *Medical Alliance*. 2021; 9 (2): 8-14. DOI: 10.36422/23076348-2021-9-2-8-14] (In Russ)
 27. Varfolomeev S.D., Panin A.A., Bykov V.I., Tsybenova S.B., Zhuravel S.V., Ryabokon A.M., Utkina I.I., Gavrilov P.V., Petrikov S.S., Shogenova L.V., Chuchalin A.G. Thermovaccination - thermoheliox as a stimulator of the immune response. Kinetics of the synthesis of antibodies and C-reactive protein in coronavirus infection. *Chem Biol Interact*. 2021 Jan 25; 334: 109339. DOI: 10.1016/j.cbi.2020.109339. PMID: 33316227
 28. Cuypers E., Rosier E., Loix S., Develter W., Van Den Bogaert W., Wuestenbergs J., Van de Voorde W., Tytgat J. Medical Findings and Toxicological Analysis in Infant Death by Balloon Gas Asphyxia: A Case Report. *J Anal Toxicol*. 2017 May 1; 41 (4): 347-349. DOI: 10.1093/jat/bkx006. PMID: 28168281

29. Smędra A., Szustowski S., Jurczyk A.P., Klemm J., Szram S., Berent J. Suicidal asphyxiation by using helium - two case reports. *Arch Med Sadowej Kryminol.* 2015; 65 (1): 7-46. DOI: 10.5114/amsik.2015.51605. PMID: 26007160
30. Presson R.G.Jr., Kirk K.R., Haselby K.A., Wagner W.W.Jr. Effect of ventilation with soluble and diffusible gases on the size of air emboli. *J Appl Physiol* (1985). 1991 Mar; 70 (3): 1068-1074. DOI: 10.1152/jappl.1991.70.3.1068. PMID: 2032972
31. Borowska-Solonyanko A., Dąbkowska A. Gas embolism as a potential cause of death by helium poisoning - Postmortem computed tomography changes in two cases of suicidal helium inhalation. *Leg Med (Tokyo).* 2018 Mar; 31: 59-65. DOI: 10.1016/j.legalmed.2018.01.001. PMID: 29413991
32. James P.B. Dysbarism: the medical problems from high and low atmospheric pressure. *J R Coll Physicians Lond.* 1993 Oct; 27 (4): 367-374. PMID: 8289154
33. Morales G., Fiero M., Albert J., Di Gennaro J., Gerbino A. Cerebral arterial gas embolism due to helium inhalation from a high-pressure gas cylinder. *Case Rep Emerg Med.* 2022 Mar 8; 2022: 1847605. DOI: 10.1155/2022/1847605. PMID: 35311225
34. Pao B.S., Hayden S.R. Cerebral gas embolism resulting from inhalation of pressurized helium. *Ann Emerg Med.* 1996 Sep; 28 (3): 363-366. DOI: 10.1016/s0196-0644(96)70039-2. PMID: 8780487
35. Mitchell S.J., Benson M., Vadlamudi L., Miller P. Cerebral arterial gas embolism by helium: an unusual case successfully treated with hyperbaric oxygen and lidocaine. *Ann Emerg Med.* 2000 Mar; 35 (3): 300-303. DOI: 10.1016/s0196-0644(00)70086-2. PMID: 10692202
36. Potenza S., Tavone A.M., Dossena C., Marella G.L. Inhalation of helium in plastic bag suffocation with suicidal purpose: Observation and differences of two cases. *Med Leg J.* 2021 Jul 20: 258172211010377. DOI: 10.1177/00258172211010377. Online ahead of print. PMID: 34284661
37. Kirkland P.J., Mathew D., Modi P., Cooper J.S. Nitrogen Narcosis In Diving. 2022 May 1. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan. PMID: 29261931
38. Smędra A., Łabętowicz P., Wochna K., Berent J. Helium suicide - A suffocation or a barotrauma? *J Forensic Leg Med.* 2020; 76: 102065. DOI: 10.1016/j.jflm.2020.102065. PMID: 33032206
39. Александрова Л.Г., Анисимов А.А. Патоморфологические изменения в случае ингаляции гелия: случай из экспертной практики. *Судебная медицина.* 2021; 7 (4): 39-44. DOI: 10.17816/fm665 [Aleksandrova L.G., Anisimov A.A. Pathomorphological changes due to helium inhalation: an expert case report. *Russian Journal of Forensic Medicine.* 2021; 7 (4): 39-44. DOI: 10.17816/fm665] (In Russ)
40. Ogura K., Takahashi W., Morita Y. A case of hypoxic encephalopathy induced by the inhalation of helium that resolved with no neurological complications: a case report and analysis of similar cases. *Acute Med Surg.* 2019 Apr 2; 6 (3): 308-311. DOI: 10.1002/ams2.414. PMID: 31304035
41. Зобнин Ю.В., Третьяков А.Б., Немцева А.А., Перфильев Д.В., Дроганов М.А. Острые отравления у взрослых и детей в Иркутске в 1999-2018 годах. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск).* 2019; 4: 46-55. DOI: 10.34673/ismu.2019.36.86.011 [Zobnin Y.V., Tretyakov A.B., Nemtseva A.A., Perfiliev D.V., Drozanov M.A. Acute poisoning in adults and children in Irkutsk in the years 1999-2018. *Siberian Medical Journal (Irkutsk).* 2019; 4: 46-55. DOI: 10.34673/ismu.2019.36.86.011] (In Russ)
42. Сабаев А.В., Долгих В.Т., Коробейникова А.Г., Полубоярцев С.И. Анализ причин и структуры острой химической травмы по данным центра лечения острых отравлений города Омска за 2000-2004 годы. *Общая реаниматология.* 2006, II (2): 33-36. [Sabayev A.V., Dolgikh V.T., Korobeinikov A.G., Poluboyartsev S.I. Analysis of the causes and pattern of acute chemical injury: the 2000—2004 data of the Omsk acute intoxication center. *General intensive care.* 2006, II (2): 33-36] (In Russ)
43. Хафизов Н.Х., Минин Г.Д., Секретарев В.И., Зулкарнеев Р.Х., Загидуллин Н.Ш., Загидуллин Ш.З. Распространенность и структура острых отравлений в Республике Башкортостан. *Токсикологический вестник.* 2012; 4 (115): 2-7. [Khafizov N.Kh., Minin G.D., Secretaryov V.I., Zulkarnayev R.Kh., Zagidulin N.Sh., Zagidulin Sh.Z. Prevalence and structure of acute poisonings in the Republic of Bashkortostan. *Toxicological Bulletin.* 2012; 4 (115): 2-7.] (In Russ)
44. Семья с детьми насмерть отравилась гелием, надувая шарик // [HTB.Ru \(ntv.ru\)](https://www.ntv.ru/novosti/1615670/) <https://www.ntv.ru/novosti/1615670/> Дата доступа: 01.06.2022 г. [A family with children was poisoned to death by helium, inflating balloons // [HTB.Ru \(ntv.ru\)](https://www.ntv.ru/novosti/1615670/) <https://www.ntv.ru/novosti/1615670/>] (In Russ)
45. Парамии гелия из воздушного шара в Екатеринбурге отравились 10 человек ([ura.news/](https://ura.news/news/1052256519/)) <https://ura.news/news/1052256519/> / Дата обращения: 01.06.2022 г. [Helium vapors from a balloon in Yekaterinburg poisoned 10 people ([ura.news/](https://ura.news/news/1052256519/)) <https://ura.news/news/1052256519/>] (In Russ)
46. В Зеленогорске проводится проверка по факту гибели подростка, обнаруженного в подъезде жилого дома - Следственного комитета Российской Федерации по Красноярскому краю и Республике Хакасия ([sledcom.ru](https://krk.sledcom.ru/news/item/1704357/)) / <https://krk.sledcom.ru/news/item/1704357/> Дата обращения: 10.07.2022 г. [A check is being carried out in Zelenogorsk on the fact of the death of a teenager found in the entrance of a residential building - the Investigative Committee of the Russian Federation for the Krasnoyarsk Territory and the Republic of Khakassia ([sledcom.ru](https://krk.sledcom.ru/news/item/1704357/)) / <https://krk.sledcom.ru/news/item/1704357/>] (In Russ)
47. Whitt A., Garland E.L., Howard M.O. Helium inhalation in adolescents: characteristics of users and prevalence of use. *J Psychoactive Drugs.* 2012 Nov-Dec; 44 (5): 365-371. DOI: 10.1080/02791072.2012.736803. PMID: 23457887
48. Azrael D., Mukamal A., Cohen A.P., Gunnell D., Barber C., Miller M. Identifying and Tracking Gas Suicides in the U.S. Using the National Violent Death Reporting System, 2005-2012. *Am J Prev Med.* 2016 Nov; 51 (5 Suppl 3): S219-S225. DOI: 10.1016/j.amepre.2016.08.006. PMID: 27745610
49. Cantrell L., Lucas J. Suicide by non-pharmaceutical poisons in San Diego County. *Clin Toxicol (Phila).* 2014 Mar; 52 (3): 171-175. DOI: 10.3109/15563650.2014.888734. PMID: 24580055
50. Sinyor M., Williams M., Vincent M., Schaffer A., Yip P.S.F., Gunnell D. Suicide deaths by gas inhalation in Toronto: An observational study of emerging methods of suicide. *J Affect Disord.* 2019 Jan 15; 243: 226-231. DOI: 10.1016/j.jad.2018.09.017. PMID: 30248633
51. Gunnell D., Coope C., Fearn V., Wells C., Chang S.S., Hawton K., Kapur N. Suicide by gases in England and Wales 2001-2011: evidence of the emergence of new methods of suicide. *J Affect Disord.* 2015 Jan 1; 170: 190-195. DOI: 10.1016/j.jad.2014.08.055. PMID: 25254616
52. Burnett A.C.R., Chen N.A., McGillivray L., Larsen M.E., Torok M. Surveillance of suicide deaths involving gases in Australia using the National Coronial Information System,

- 2006 to 2017. *Aust N Z J Public Health*. 2021 Jun; 45 (3): 242-247. DOI: 10.1111/1753-6405.13087. PMID: 33749955
53. Chang S.S., Cheng Q., Lee E.S., Yip P.S. Suicide by gassing in Hong Kong 2005-2013: Emerging trends and characteristics of suicide by helium inhalation. *J Affect Disord*. 2016 Mar 1; 192: 162-166. DOI: 10.1016/j.jad.2015.12.026. PMID: 26724695
54. Hassamal S., Keyser-Marcus L., Crouse Breden E., Hobron K., Bhattachan A., Pandurangi A. A brief analysis of suicide methods and trends in Virginia from 2003 to 2012. *Biomed Res Int*. 2015; 2015: 104036. DOI: 10.1155/2015/104036. PMID: 25705647
55. Varlet V., Iwersen-Bergmann S., Alexandre M., Cordes O., Wunder C., Holz F., Andresen-Streichert H., Bevalot F., Dumestre-Toulet V., Malbranque S., Fracasso T., Grabherr S. Helium poisoning: new procedure for sampling and analysis. *Int J Legal Med*. 2019 Nov; 133 (6): 1809-1818. DOI: 10.1007/s00414-019-02014-3. PMID: 30734118
56. van den Hondel K.E., Buster M., Reijnders U.J. Suicide by asphyxiation with or without helium inhalation in the region of Amsterdam (2005-2014). *J Forensic Leg Med*. 2016 Nov; 44: 24-26. DOI: 10.1016/j.jflm.2016.08.012. PMID: 27591338
57. Ogden R.D., Hassan S. Suicide by oxygen deprivation with helium: a preliminary study of British Columbia coroner investigations. *Death Stud*. 2011 Apr; 35 (4): 338-364. DOI: 10.1080/07481187.2010.518513. PMID: 24501824
58. Austin A., Winskog C., van den Heuvel C., Byard R.W. Recent trends in suicides utilizing helium. *J Forensic Sci*. 2011 May; 56 (3): 649-651. DOI: 10.1111/j.1556-4029.2011.01723.x. PMID: 21361949
59. Schultz B.V., Rolley A., Doan T.N., Isoardi K. Epidemiology of out-of-hospital cardiac arrests that occur secondary to chemical asphyxiants: A retrospective series. *Resuscitation*. 2022 Jun; 175: 113-119. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2022.03.019. PMID: 35331804
60. Yip P.S.F., Cheng Q., Chang S.S., Lee E.S.T., Lai C.C., Chen F., Law Y.F., Cheng T.M.E., Chiu S.M., Tse Y.L.J., Cheung K.R., Tse M.L., Morgan P.R., Beh P. A Public Health Approach in Responding to the Spread of Helium Suicide in Hong Kong. *Crisis*. 2017 Jul; 38 (4): 269-277. DOI: 10.1027/0227-5910/a000449. PMID: 28337929
61. Yamamura E., Matsuda K., Kikuchi H., Ishimaru N., Endo H., Kurokawa A., Kishi Y. A case of suicide by helium gas. *Chudoku Kenkyu*. 2016 Dec; 29 (4): 355-359. PMID: 30461232
62. Савенкова Е.Н., Ефимов А.А., Алексеев Ю.Д. Динамика структуры острых летальных отравлений в Саратовской области за 2006–2017 гг. Современные проблемы науки и образования. 2019; 4: 16. [Savenkova E.N., Efimov A.A., Alekseev Y.D. The dynamics of acute lethal poisoning in Saratov region from 2006 to 2017. *Modern problems of science and education*. 2019; 4: 16.] (In Russ)
63. Хафизов Н.Х., Зулкарнеев Р.Х., Башарин В.А., Мухаммадева Н.Р. Острые отравления монооксидом углерода в Республике Башкортостан в 2007-2016 гг. *Клиническая токсикология*. 2017; 16: 227-236. [Hafizov N.H., Zulkarneev R.H., Basharin V.A., Mukhamadeeva N.R. Acute carbon monoxide poisoning in the Republic of Bashkortostan in 2007-2016. *Clinical toxicology*. 2017; 16: 227-236.] (In Russ)
64. Зотов П.Б., Любов Е.Б., Скрыбин Е.Г., Кичерова О.А., Жмуров В.А. Угарный газ (CO) среди средств суицидальных действий в России и зарубежом. *Суицидология*. 2021; 12 (4): 82-112. DOI: 10.32878/suiciderus.21-12-04(45)-82-112 [Zotov P.B., Lyubov E.B., Skryabin E.G., Kicherova O.A., Zhmurov V.A. Carbon monoxide (CO) among the means of suicidal actions in Russia and abroad. *Suicidology*. 2021; 12 (4): 82-112. DOI: 10.32878/suiciderus.21-12-04(45)-82-112] (In Russ / Engl)
65. Мужчина насмерть отравился гелием в Ленобласти (yandex.ru) / <https://yandex.ru/turbo/ptzgovorit.ru/s/news/muzhchina-nasmert-otravilsya-geliem-v-lenoblasti/> / Дата обращения: 01.06.2022 г. [A man was poisoned to death with helium in the Leningrad region (yandex.ru) / <https://yandex.ru/turbo/ptzgovorit.ru/s/news/muzhchina-nasmert-otravilsya-geliem-v-lenoblasti/>] (In Russ)
66. Житель Волгодонска умер в общежитии от отравления гелием (panram.ru) <https://www.panram.ru/news/incident/zhitel-volgodonska-umer-v-obshchage-ot-otravleniya-geliem/> (Дата обращения 05.07.2022 г.). [A resident of Volgodonsk died in a dorm from helium poisoning (panram.ru) <https://www.panram.ru/news/incident/zhitel-volgodonska-umer-v-obshchage-ot-otravleniya-geliem/>] (In Russ)
67. Ogden R.D., Wooten R.H. Asphyxial suicide with helium and a plastic bag. *Am J Forensic Med Pathol*. 2002 Sep; 23 (3): 234-237. DOI: 10.1097/0000433-200209000-00005. PMID: 12198347
68. Gilson T., Parks B.O., Porterfield C.M. Suicide with inert gases: addendum to Final Exit. *Am J Forensic Med Pathol*. 2003 Sep; 24 (3): 306-308. DOI: 10.1097/01.paf.0000083363.24591.5d. PMID: 12960671
69. van den Hondel K.E., Punt P., Dorn T., Ceelen M., Reijnders U. The rise of suicides using a deadly dose of barbiturates in Amsterdam and Rotterdam, the Netherlands, between 2006 and 2017. *J Forensic Leg Med*. 2020 Feb; 70: 101916. DOI: 10.1016/j.jflm.2020.101916. PMID: 32090971
70. van den Hondel K.E., Punt P., Dorn T., Ceelen M., Aarts F., van der Zande D., van Kuijk S., Duijst W., Stumpel R., van Mesdag T., Vervoort W., IJzermans A., de Vries P., Verweij J., van Remmen J., Van Hooren R., Kruijver B., Buster M., Reijnders U.J.L. Suicide by helium inhalation in the Netherlands between 2012 and 2019. *Forensic Sci Int*. 2021 Jan; 318: 110566. DOI: 10.1016/j.forsciint.2020.110566. PMID: 33168418
71. van den Hondel K., Dorn T., Ceelen M., Reijnders U. [Forensic implications of humane self-chosen death in the Netherlands]. *Ned Tijdschr Geneesk*. 2020 Jun 17; 164: D4902. PMID: 32749794
72. Ogden R.D., Hamilton W.K., Whitcher C. Assisted suicide by oxygen deprivation with helium at a Swiss right-to-die organisation. *J Med Ethics*. 2010 Mar; 36 (3): 174-179. DOI: 10.1136/jme.2009.032490. PMID: 20211999
73. Schön C.A., Ketterer T. Asphyxial suicide by inhalation of helium inside a plastic bag. *Am J Forensic Med Pathol*. 2007 Dec; 28 (4): 364-367. DOI: 10.1097/PAF.0b013e31815b4c69. PMID: 18043029
74. Ogden R.D. Observation of two suicides by helium inhalation in a prefilled environment. *Am J Forensic Med Pathol*. 2010 Jun; 31 (2): 156-161. DOI: 10.1097/PAF.0b013e3181d749d7. PMID: 20216304
75. Gunnell D., Derges J., Chang S.S., Biddle L. Searching for Suicide Methods: Accessibility of Information About Helium as a Method of Suicide on the Internet. *Crisis*. 2015; 36 (5): 325-331. DOI: 10.1027/0227-5910/a000326. PMID: 26502782
76. Auwaerter V., Perdekamp M.G., Kempf J., Schmidt U., Weinmann W., Pollak S. Toxicological analysis after asphyxial suicide with helium and a plastic bag. *Forensic Sci Int*. 2007 Aug 6; 170 (2-3): 139-141. DOI: 10.1016/j.forsciint.2007.03.027. PMID: 17628370
77. Oosting R., van der Hulst R., Peschier L., Verschraagen M. Toxicological findings in three cases of suicidal asphyxiation with helium. *Forensic Sci Int*. 2015 Nov; 256: 38-41. DOI: 10.1016/j.forsciint.2015.06.028. PMID: 26298854

78. Gallagher K.E., Smith D.M., Mellen P.F. Suicidal asphyxiation by using pure helium gas: case report, review, and discussion of the influence of the internet. *Am J Forensic Med Pathol.* 2003 Dec; 24 (4): 361-363. DOI: 10.1097/01.paf.0000097856.31249.ac. PMID: 14634476
79. Leth P.M., Astrup B.S. Suffocation caused by plastic wrap covering the face combined with nitrous oxide inhalation. *Forensic Sci Med Pathol.* 2017 Sep; 13 (3): 372-374. DOI: 10.1007/s12024-017-9887-0. PMID: 28631111
80. Herbst J., Stanley W., Byard R.W. Autopsy reenactment--a useful technique in the evaluation of adhesive tape asphyxia. *J Forensic Sci.* 2014 May; 59 (3): 841-843. DOI: 10.1111/1556-4029.12378. PMID: 24502562
81. Gitto L., Serinelli S. Pneumosinus Dilatans frontalis: a case of incidental autopsy diagnosis. *Forensic Sci Med Pathol.* 2019 Dec; 15 (4): 646-648. DOI: 10.1007/s12024-019-00120-7. PMID: 31161429
82. Byard R.W. Changing trends in suicides using helium or nitrogen - A 15-year study. *J Forensic Leg Med.* 2018 Aug; 58: 6-8. DOI: 10.1016/j.jflm.2018.04.007. PMID: 29684846
83. Howard M.O., Hall M.T., Edwards J.D., Vaughn M.G., Perron B.E., Winecker R.E. Suicide by asphyxiation due to helium inhalation. *Am J Forensic Med Pathol.* 2011 Mar; 32 (1): 61-70. DOI: 10.1097/paf.0b013e3181ed7a2d. PMID: 21394956
84. Hon K.L. Dying with parents: an extreme form of child abuse. *World J Pediatr.* 2011 Aug; 7 (3): 266-268. DOI: 10.1007/s12519-011-0320-6. PMID: 21822993
85. Lee A.C., Ou Y., Lam S.Y., So K.T., Kam C.W. Non-accidental carbon monoxide poisoning from burning charcoal in attempted combined homicide-suicide. *J Paediatr Child Health.* 2002 Oct; 38 (5): 465-468. DOI: 10.1046/j.1440-1754.2002.00019.x. PMID: 12354262
86. Byard R.W., Winskog C., Heath K. Nitrogen inhalation suicide pacts. *Med Sci Law.* 2019 Jan; 59 (1): 57-60. DOI: 10.1177/0025802419828914. PMID: 30760102
87. Schaff J.E., Karas R.P., Marinetti L. A gas chromatography-thermal conductivity detection method for helium detection in postmortem blood and tissue specimens. *J Anal Toxicol.* 2012 Mar; 36 (2): 112-115. DOI: 10.1093/jat/bks002. PMID: 22337780
88. Tsujita A., Okazaki H., Nagasaka A., Gohda A., Matsumoto M., Matsui T. A new and sensitive method for quantitative determination of helium in human blood by gas chromatography-mass spectrometry using naturally existing neon-21 as internal standard. *Forensic Toxicol.* 2019; 37 (1): 75-81. DOI: 10.1007/s11419-018-0437-6. PMID: 30636983
89. Musshoff F., Hagemeyer L., Kirschbaum K., Madea B. Two cases of suicide by asphyxiation due to helium and argon. *Forensic Sci Int.* 2012 Nov 30; 223 (1-3): e27-30. DOI: 10.1016/j.forsciint.2012.08.049. PMID: 23000136
90. Gentile G., Galante N., Tambuzzi S., Zoja R. A forensic analysis on 53 cases of complex suicides and one complicated assessed at the Bureau of Legal Medicine of Milan (Italy). *Forensic Sci Int.* 2021 Feb; 319: 110662. DOI: 10.1016/j.forsciint.2020.110662. PMID: 33401231
91. Soejima M., Tanaka N., Oshima T., Kinoshita H., Koda Y. Detection of helium in a fire victim: A case report. *Forensic Sci Int.* 2021 Jan; 318: 110613. DOI: 10.1016/j.forsciint.2020.110613. PMID: 33254094
92. Ishizawa F. [Gas-poisoning affected by the Internet]. *Chudoku Kenkyu.* 2011 Mar; 24 (1): 3-8. PMID: 21485115
93. Preventing suicide: a resource for media professionals, update 2017. Geneva: World Health Organization; 2017. 29 p.
94. Любов Е.Б., Зотов П.Б. Суицидология в учебе и практике медицинского персонала. *Академический журнал Западной Сибири.* 2020; 16 (3): 31-34. [Lyubov E.B., Zotov P.B. Suicidology in the study and practice of medical personnel. *Academic Journal of West Siberia.* 2020; 16 (3): 31-34.] (In Russ)
95. Samuelsson M., Sunbring Y., Winell I., Asberg M. Nurses' attitudes to attempted suicide patients. *Scand J Caring Sci.* 1997; 11 (4): 232-237. DOI: 10.1111/j.1471-6712.1997.tb00461.x. PMID: 9505731

HELIUM AMONG MEANS OF SUICIDE

P.B. Zotov, E.G. Skryabin, L.I. Reikhert,
V.A. Zhmurov, N.N. Spaderova, A.G. Buhna,
A.A. Zenkevich, D.S. Plotnikova

Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia;
note72@yandex.ru
Regional clinical hospital № 2, Tyumen, Russia;
skryabineg@mail.ru

Abstract:

The issues of using the inert gas helium in suicidal acts are discussed. The appearance of this method is shown to be a consequence of the wide access of helium for the population, combined with the active promotion of information in Internet resources as an "effective and peaceful means" for suicide. Being a technology proposed in countries where euthanasia is allowed, it is currently becoming more and more popular in many countries across the world, and the number of deaths from deliberate helium inhalation keeps growing every year. Most suicide attempters are men, mostly young. Risk factors include depression, social and financial disadvantage. The data presented in the review testify to the high relevance of this topic. However, many issues have not been fully studied and covered in the specialized literature, and require more in-depth research. A direct consequence is the difficulty in determining the range of effective prevention measures. The traditional measures proposed today to restrict access to gas are expected to be unilateral and not effective enough. With a certain degree of confidence, it can be assumed that in the absence of due attention to the topic the opportunity for the population to access gas will preserve and, most importantly, with potentiating information in the media the number of *He* consumers and victims will increase, and it will be able to take a more significant place in the overall structure of suicides. In Russia, at present, the "helium" means of suicide stays a relatively rare occurrence. Therefore, timely, large-scale, comprehensive and targeted implementation of differen-

tiated preventive measures can be the key to limiting the spread of this method of suicide in the population being one of the measures to reduce suicidal mortality.

Keywords: suicide, helium, inert gas, helium poisoning, helium inhalation, "helium" death

Вклад авторов:

П.Б. Зотов: разработка дизайна исследования, написание и редактирование текста рукописи;

Е.Г. Скрябин: написание и редактирование текста рукописи;

Л.И. Рейхерт: обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи;

В.А. Жмуров: обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи;

Н.Н. Спадерова: обзор публикаций по теме статьи;

А.Г. Бухна: обзор публикаций по теме статьи;

А.А. Зенкевич: перевод публикаций, перевод текста статьи;

Д.С. Плотникова: перевод публикаций, перевод текста статьи.

Authors' contributions:

P.B. Zotov: developing the research design, article writing, article editing;

E.G. Skryabin: article writing, article editing;

L.I. Reikhert: reviewing of publications of the article's theme, article writing;

V.A. Zhmurov: reviewing of publications of the article's theme, article writing;

N.N. Spaderova: reviewing of publications of the article's theme;

A.G. Buhna: reviewing of publications of the article's theme;

A.A. Zenkevich: translation of publications, translation of the text of the article;

D.S. Plotnikova: translation of publications, translation of the text of the article.

Финансирование: Данное исследование не имело финансовой поддержки.

Financing: The study was performed without external funding.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила / Article received: 29.06.2022. Принята к публикации / Accepted for publication: 22.07.2022.

Для цитирования: Зотов П.Б., Скрябин Е.Г., Рейхерт Л.И., Жмуров В.А., Спадерова Н.Н., Бухна А.Г., Зенкевич А.А., Плотникова Д.С. Гелий среди средств суицидальных действий. *Суицидология*. 2022; 13 (2): 92-116. doi.org/10.32878/suiciderus.22-13-02(47)-92-116

For citation: Zotov P.B., Skryabin E.G., Reikhert L.I., Zhmurov V.A., Spaderova N.N., Buhna A.G., Zenkevich A.A., Plotnikova D.S. Helium among means of suicide. *Suicidology*. 2022; 13 (2): 92-116. doi.org/10.32878/suiciderus.22-13-02(47)-92-116 (In Russ / Engl)