

<https://doi.org/10.47183/mes.2025-314>

УДК 615.9



РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ОТРАВЛЕНИЯМИ НЕЙРОТРОПНЫМИ ТОКСИКАНТАМИ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

П.К. Потапов^{1,2✉}, Е.Б. Шустов¹, М.В. Мельникова¹, А.В. Бельская¹, В.Ф. Остров¹, К.В. Мастерова¹, В.А. Башарин², И.В. Маркин³, Н.С. Носков³

¹ Научно-клинический центр токсикологии им. академика С.Н. Голикова Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия

² Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

³ Военный инновационный технополис «ЭРА» Министерства обороны Российской Федерации, Анапа, Россия

Введение. Вопросы эпидемиологии и особенностей клинической картины отравлений нейротропными токсикантами, действие которых наносит серьезный вред здоровью пострадавших, являются актуальными и приоритетными. Картина острых и хронических отравлений может быть весьма разнообразна, однако есть ведущие синдромы, такие как астеновегетативный и психоорганический, которые наблюдаются у пострадавших независимо от вида нейротоксиканта. Данные синдромы могут развиваться как в токсигенную фазу отравления, так и в соматогенную, проявляясь в периоде отдаленных последствий отравлений.

Цель. Научное обоснование рисков отравлений нейротоксикантами, представляющими серьезную угрозу для здоровья населения, связанную с их системным токсическим действием и формированием полиорганной патологии, в том числе на этапе отдаленных последствий отравлений.

Обсуждение. Отмечено, что в картине острых отравлений в Российской Федерации первое место занимают интоксикации веществами, вызывающими первичное поражение ЦНС. Показаны пути поступления нейротоксикантов в организм, описаны формы проявления нейротоксических процессов и патогенез токсического действия органических растворителей, солей тяжелых металлов, барбитуратов и карбаматов. Установлено, что токсичные нейротропные вещества могут оказывать негативное воздействие на нервную систему как напрямую, так и опосредованно, через повреждение других органов и систем. Представлены описания клинических случаев острых отравлений нейротоксикантами. Выявлено, что после отравления представителями группы нейротропных токсикантов через определенный период времени у пострадавшего развиваются отдаленные последствия и клиническая картина их может быть весьма разнообразна.

Выводы. Представленные сведения по отравлениям нейротоксикантами показывают клиническую и патогенетическую значимость их действия не только на ЦНС, но и на другие органы и ткани, развитие системных патологических процессов и полиорганной патологии. Выявленные особенности токсического действия необходимо учитывать при анализе рисков здоровью пострадавших от отравления нейротропными токсикантами, а наиболее значимые проявления действия на другие органы/ткани должны найти отражение в протоколах диагностики степени тяжести таких отравлений и их отдаленных последствий, а также в применении средств метаболического и цитопротекторного действия для их лечения.

Ключевые слова: нейротоксичность; нейротоксикант; отравление; метанол; барбитураты; тяжелые металлы; свинец; карбаматы; 1,4-бутандиол

Для цитирования: Потапов П.К., Шустов Е.Б., Мельникова М.В., Бельская А.В., Остров В.Ф., Мастерова К.В., Башарин В.А., Маркин И.В., Носков Н.С. Риски для здоровья населения, связанные с отравлениями нейротропными токсикантами (аналитический обзор). *Медицина экстремальных ситуаций*. 2025. <https://doi.org/10.47183/mes.2025-314>

Финансирование: работа проведена в рамках выполнения государственного задания ФМБА России № 388-00071-24-00 (код темы 64.004.24.800).

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

✉ Потапов Петр Кириллович FORWARDspb@mail.ru

Статья поступила: 25.04.2025 **После доработки:** 13.07.2025 **Принята к публикации:** 27.08.2025 **Online first:** 16.10.2025

HEALTH RISKS TO THE POPULATION ASSOCIATED WITH POISONING BY NEUROTROPIC TOXICANTS (ANALYTICAL REVIEW)

Petr K. Potapov^{1,2✉}, Evgeny B. Shustov¹, Margarita V. Melnikova¹, Alisa V. Belskaya¹, Vladimir F. Ostrov¹, Kristina V. Masterova¹, Vadim A. Basharin², Ilya V. Markin³, Nikita S. Noskov³

¹ Golikov Research Center of Toxicology, St. Petersburg, Russia

² Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

³ Military Innovative Technopolis ERA, Anapa, Russia

Introduction. Issues related to the epidemiologic aspects and clinical manifestations of poisoning by neurotoxicants, whose effects cause serious harm to the health of victims, are highly relevant. Acute and chronic poisoning can be manifested through diverse patterns; however, regardless of the type of neurotoxicant, all victims experience asthenovegetative and psychoorganic syndromes. These syndromes can develop during both toxicogenic and somatogenic phases of poisoning, manifesting in the period of its long-term consequences.

Objective. Scientific substantiation of the risks of poisoning by neurotoxicants, which pose a serious threat to public health due to their systemic toxic effects and the development of multiorgan pathology, including at the stage of long-term consequences of poisoning.

Discussion. In Russia, among various types of acute poisoning, intoxications by substances causing primary damage to the central nervous system rank first. The routes of entry of neurotoxicants into the body are indicated, and the forms of manifestation of neurotoxic processes

© П.К. Потапов, Е.Б. Шустов, М.В. Мельникова, А.В. Бельская, В.Ф. Остров, К.В. Мастерова, В.А. Башарин, И.В. Маркин, Н.С. Носков, 2025

are described. The pathogenesis of the toxic action of organic solvents, heavy metal salts, barbiturates, and carbamates is analyzed. Toxic neurotropic substances can adversely affect the nervous system both directly and indirectly, through damage to other organs and systems. Clinical cases of acute poisoning by neurotoxicants are described. After poisoning by representatives of the group of neurotropic toxicants, after a certain period of time, the victim develops long-term consequences with a highly varying clinical picture.

Conclusions. The presented data on poisoning exposures to neurotoxicants demonstrate the clinical and pathogenetic significance of their effects not only on the central nervous system but also on other organs and tissues, the development of systemic pathological processes and multiorgan pathologies. The identified features of the toxic action must be taken into account when analyzing the health risks to victims of poisoning with neurotropic toxicants. The most significant manifestations of the effects on other organs/tissues should be reflected in the protocols for diagnosing the severity of such poisoning accidents and their long-term consequences, as well as in the use of metabolic and cytoprotective agents for their treatment.

Keywords: neurotoxicity; neurotoxicant; poisoning; methanol; barbiturates; heavy metals; lead; carbamates; 1,4-butanediol

For citation: Potapov P.K., Shustov E.B., Melnikova M.V., Belskaya A.V., Ostrov V.F., Masterova K.V., Basharin V.A., Markin I.V., Noskov N.S. Health risks to the population associated with poisoning by neurotropic toxicants (Analytical review). *Extreme Medicine*. 2025. <https://doi.org/10.47183/mes.2025-314>

Funding: the work was carried out within the framework of the state task of the FMBA of Russia No. 388-00071-24-00 (topic code 64.004.24.800).

Potential conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

✉ Petr K. Potapov FORWARDspb@mail.ru

Received: 25 Apr. 2025 **Revised:** 13 July 2025 **Accepted:** 27 Aug. 2025 **Online first:** 16 Oct. 2025

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в мире происходит стремительное развитие химической науки, изучаются основные закономерности химических процессов, разрабатываются с помощью целенаправленного синтеза химические соединения, создаются крупномасштабные химические производства, и таким образом происходит проникновение химии практически во все сферы жизни и деятельности человека: в промышленность, сельское хозяйство, военное дело и быт. Научно-технический прогресс, безусловно, повышает уровень комфортности жизни человека, но и увеличивает риски возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и аварий, приводящих к несчастным случаям, а иногда и к техногенным катастрофам различного масштаба. Практически при всех видах ЧС возможно неблагоприятное влияние химических агентов на жизнь и здоровье населения, а также на окружающую среду. Частота аварий на химически опасных объектах (ХОО), приводящих к человеческим жертвам, в последние годы, к сожалению, не снижается [1].

В Российской Федерации на протяжении многих лет смертность от воздействия внешних причин, среди которых каждая четвертая вызвана острым отравлением химической этиологии, занимает третье место после онкологических заболеваний и болезней системы кровообращения. Острые отравления остаются серьезной медико-социальной проблемой, что подтверждается их регулярной встречаемостью и вызываемыми ими последствиями с высоким уровнем летальных исходов и инвалидизации пострадавших [2].

По статистике отравлений в Российской Федерации за период 2022–2024 гг. количество пострадавших от отравлений пищевыми продуктами снижалось, а в случае со всеми другими мониторируемыми токсикантами количество пострадавших не только не снижалось, но и увеличивалось (табл. 1).

В 2023 г. С.А. Солониным и соавт. проведено ретроспективное сплошное исследование по оценке результатов химико-токсикологического анализа

у пациентов, поступивших на лечение в отделение острых отравлений и соматопсихиатрических расстройств (ООО и СП) Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В. Склифосовского (НИИ СП) за период 2020–2021 гг.

Так, в период 2019–2021 гг. в ООО и СП НИИ СП за специализированной токсикологической помощью обратилось 9590 пациентов, что соответствовало примерно одному случаю отравления нейротропными токсикантами на 1000 человек населения [3].

В структуре острых отравлений в Российской Федерации первое место занимают интоксикации веществами, приводящими преимущественно к повреждениям нервной системы. Процент отравлений нейротропными токсикантами составлял порядка 65%, причем в более чем трети случаев регистрировали тяжелые и крайне тяжелые интоксикации [4, 5].

Нейротоксичность — это способность токсичного вещества воздействовать на центральную нервную систему (ЦНС), приводя к разрушению ее структуры и/или нарушению функционирования [6]. Токсический процесс может вызывать различные нарушения в организме, такие как изменение энергетического обмена, проблемы с передачей нервных импульсов, повреждение клеточных мембран и синапсов. Нейротоксичность может быть как прямой, то есть вызванной действием токсичного вещества непосредственно на нервную систему, так и опосредованной, когда токсичность возникает из-за повреждения других органов и систем организма [7].

Нейротоксические процессы могут проявляться как в виде нарушений моторных, сенсорных и когнитивных функций, так и изменениями эмоционального состояния [8]. В зависимости от условий действия, строения токсиканта, его нейротоксического потенциала развивающиеся процессы протекают остро или хронически [6].

Номенклатура веществ, которые могут вызвать хронический нейротоксический процесс, довольно обширна, среди наиболее распространенных можно выделить:

Таблица 1. Распределение отравлений химической этиологии по основным мониторируемым группам в Российской Федерации за 2022–2024 гг.

Группы токсикантов	Анализируемый период (год)					
	2022		2023		2024	
	всего (чел.)	из них с летальным исходом (чел.)	всего (чел.)	из них с летальным исходом (чел.)	всего (чел.)	из них с летальным исходом (чел.)
Спиртосодержащая продукция	30 917	9228	32 540	10 013	30 321	9313
Наркотические вещества	22 054	7077	25 188	7909	23 289	6546
Лекарственные препараты	20 940	662	23 748	710	24 610	761
Пищевые продукты	1549	27	1536	18	1174	15
Другие мониторируемые виды	25 579	5981	29 671	6197	30 259	6287
Всего	101 039	22 975	112 683	24 847	109 653	22 922

Таблица составлена авторами по данным интернет-источника¹

- токсиканты, находящиеся во внешней среде (производные ртути, свинца, мышьяка и др.);
- лекарственные препараты (антидепрессанты, нейролептики, противосудорожные средства, цитостатики, антибиотики, синтетические противомикробные препараты и др.);
- органические растворители (бензол, толуол, ацетон, спирты этиловый, метиловый, пропиловый и др.);
- промышленные химикаты и ядовитые соединения (фосфорорганические и хлорорганические пестициды, карбаматы, пиретриноиды, дефолианты и другие средства агрохимического действия, оксид углерода и др.) [9].

В результате отравлений нейротоксикантами могут возникать стойкие нарушения умственной и физической деятельности, эмоционального состояния, когнитивных процессов, чувствительности, а также очаговых неврологических расстройств. Анализ существующей литературы показывает, что хотя начальные этапы патогенеза и клиническое развитие острых отравлений достаточно изучены, недостаточно внимания уделяется отдаленным последствиям отравлений нейротоксикантами, и данные по статистике отсроченных нарушений нервной системы отсутствуют. Поражения центральной нервной системы, развивающиеся в отдаленном периоде после острой интоксикации, обычно не связываются с этими отравлениями².

Цель исследования — научно обосновать риски отравлений нейротоксикантами, представляющими серьезную угрозу для здоровья населения, связанную с их системным токсическим действием и формированием полиорганной патологии, в том числе на этапе отдаленных последствий отравлений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поиск литературы осуществляли в электронных библиографических базах данных: Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), Scopus, Web of Science (WoS), PubMed. Поисковые запросы включали ключевые слова: нейротоксичность, интоксикации нейротропными токсикантами, тяжелые отравления, отдаленные последствия. В обзор включены публикации с глубиной информационного поиска не старше 5 лет, а также литературные источники, имеющие статус фундаментальных трудов по обсуждаемой проблематике, независимо от года публикации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для реализации цели исследования следует подробно остановиться на представителях каждой из групп веществ, действие которых приводит к хроническому нейротоксическому процессу.

Токсиканты, находящиеся во внешней среде (тяжелые металлы)

Термин «тяжелые металлы» (ТМ) характеризует широкую группу веществ, поступающих в окружающую среду в основном в результате активной деятельности человека [10, 11]. Источниками загрязнения ТМ являются промышленные и сельскохозяйственные производства, химические заводы, мусоросжигающие установки, а также котельные. Кроме того, существуют и неантропогенные источники загрязнения ТМ, к которым можно отнести, например, вулканические извержения [12]. Аккумуляция ТМ происходит в загрязненном воздухе, воде, почве и потребительских товарах (например, косметических средствах) [13].

¹ Сведения об острых отравлениях химической этиологии по субъектам РФ. Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. <https://fcgie.ru/sgm.html> (дата обращения: 10.04.2025).
² Методические рекомендации МР ФМБА России 12.05-18. Клиника, диагностика, профилактика и лечение последствий поражений центральной нервной системы после тяжелых отравлений нейротоксикантами. М.; 2018.

Выделяют два наиболее приоритетных пути поступления тяжелых металлов в организм человека: пероральный и ингаляционный. При пероральном поступлении основным источником является растительная пища, с которой в организм попадает 40–80% тяжелых металлов; через атмосферный воздух и воду проникает 20–40% ТМ. Второй путь — проникновение ТМ через дыхательные пути, но он встречается реже [14].

Решением Европейской экономической комиссии ООН³ в группу наиболее опасных (и, следовательно, приоритетных для целей наблюдения, контроля и регулирования) тяжелых металлов включены ртуть, свинец, кадмий, хром, марганец, никель, кобальт, ванадий, медь, железо, цинк, сурьма (а также мышьяк и селен) [15].

Отравление солями тяжелых металлов происходит при их попадании в пищеварительную систему, при вдыхании паров, через слизистые и кожные покровы. Поражаются многие системы и органы: ЦНС, почки, кишечник, печень, эндокринные органы, сердце и сосуды. Соли ТМ способны к кумуляции, поэтому они долгое время циркулируют в организме, постепенно выделяясь в кровь из своих депо, что приводит к хронизации процесса [16].

В целом механизмы токсичности ТМ достаточно изучены. Влияние солей ТМ на организм определяется множеством факторов, включая природу металла, тип соединения и его концентрацию. Ионы металлов являются частью коферментов. Один из основных механизмов токсичности ТМ — конкуренция с необходимыми для организма металлами за участки связывания в белках. Кроме того, многие белковые макромолекулы содержат свободные сульфгидрильные группы, которые могут взаимодействовать с ионами токсичных металлов, таких как кадмий, свинец, ртуть и др. В дальнейшем это приводит к потере функции белка и развитию токсических эффектов [11].

Отравление свинцом (Pb). Согласно оценкам, приведенным в обновленном выпуске публикации ВОЗ «Воздействие химических веществ на здоровье населения: известное и неизвестное за 2021 г.», почти половина из 2 млн случаев смерти, вызванных воздействием установленных химических веществ в 2019 г., произошла по причине воздействия свинца. Во всем мире долгосрочные последствия для здоровья, вызванные воздействием свинца при различных путях поступления в организм (пероральный, ингаляционный, транскутанный), приводят к утрате 21,7 млн лет жизни вследствие инвалидности и смерти (годы жизни, скорректированные по инвалидности, disability-adjusted life year (DALY)). На долю свинца как провоцирующего фактора развития заболеваний приходится до 30% от общего количества идиопатических интеллектуальных расстройств, 4,6% от сердечно-сосудистых заболеваний и около 3% от хронических заболеваний почек⁴.

При отравлении свинцом на фоне окислительного стресса развиваются лейкоцитоз, лимфоцитоз, снижение содержания общего белка, альбуминов, глобулинов [17]. Экспериментально было показано

генотоксическое действие свинца: ацетат свинца в воде (Pb) вводили лабораторным животным в малых дозах внутривенно в течение 6 недель, при этом к концу периода наблюдения у животных развивалась умеренная субхроническая интоксикация, имеющая признаки, характерные для эффектов свинца (вызванные повреждением образования гема и повышением синтеза цитохрома P450 в печени) [18].

Было выявлено, что примерно 80% свинца, который попадает в организм, накапливается в костной ткани, оставшиеся 20% распределяются в жировой ткани, почках, печени и связываются с сульфгидрильными группами белков, образуя токсичные соединения [11, 19, 20]. Основными органами-мишенями при отравлении свинцом являются система кроветворения, ЦНС, а также почки. Отравления свинцом сопровождаются изменением антиоксидантного статуса, ионной мимикрией как механизмом молекулярной токсичности свинца, изменением структуры и функций внутриклеточных органелл нейрональных клеток, индукцией аутофагии путем воздействия на сигнальный путь PI3K/AKT/mTOR, воздействием на рецепторный аппарат клетки, изменением синаптической пластичности, воздействием на генетический аппарат клетки [21]. В головном мозге наблюдается диффузный отек серого и белого вещества, а также дистрофические изменения кортикальных и ганглионарных нейронов и демиелинизация белого вещества [12].

Одним из механизмов ангиотоксического действия свинца является активация сигнальных путей митоген-активируемой протеинкиназы, которая запускает каскад реакций синтеза провоспалительных белков, приводящий к увеличению сосудистого сопротивления и артериального давления [22].

Отравление кадмием (Cd). По данным ВОЗ, кадмий занимает пятое место среди самых опасных химических веществ, оказывающих влияние на организм человека. Обычно данный металл присутствует в окружающей среде в небольших количествах. Однако в результате деятельности человека уровень кадмия с каждым годом постепенно увеличивается [23]. Основная область потребления кадмия в России и мире — производство никель-кадмиевых аккумуляторных батарей. Другие области применения кадмия: антикоррозионные покрытия, пигменты, стабилизаторы поливинилхлорида и полупроводники для солнечных элементов [24].

В организм человека кадмий проникает ингаляционно: с сигаретным дымом (кадмий накапливается в табачных листьях); кадмий аккумулируется в воздухе на частицах дорожной пыли, в том числе образующейся при истирании шин и тормозных колодок; перорально кадмий поступает с пищей (накапливается в грибах, во многих растениях и организме сельскохозяйственных животных (коров, свиней)) [25]. Кроме того, Cd также может попадать в пищевой продукт из упаковки (характерно для консервов, особенно выполненных из запрещенных для контакта с пищевыми продуктами материалов) [26].

³ Протокол по тяжелым металлам. ЕЭК ООН; 1998.

⁴ Всемирная организация здравоохранения. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health> (дата обращения: 05.04.2025).

Кадмий по химическим свойствам близок к цинку и способен замещать его в биохимических реакциях, выступая в роли псевдоиндуктора или псевдоингибитора содержащих цинк ферментов [27]. В патогенезе токсического действия ТМ на организм прослеживаются однотипные черты, характерные для многих видов повреждений: активация перекисного окисления липидов (ПОЛ) и повреждающее действие на внутриклеточные белки [28]. Поскольку клетки печени не поглощают комплекс кадмия с белками, он транспортируется из желудочно-кишечного тракта непосредственно в почки [10].

Наиболее выраженный ингибирующий эффект Cd оказывает на антиоксидантную систему, что ведет к окислительному повреждению клеток [29].

Отравление кадмием сопровождается нарушениями синтеза белка и обмена нуклеиновых кислот. Кадмий также обладает канцерогенными и мутагенными свойствами; в экспериментах доказан и тератогенный эффект, что связано с повреждением клеток на ранних стадиях органогенеза [30].

Хроническая кадмиевая интоксикация приводит к развитию нарушений функционального состояния почек, что характеризуется наличием выраженных изменений скорости клубочковой фильтрации и канальцевой реабсорбции воды. Нефротоксическое действие кадмия приводит к изменению электролитного обмена, что характеризуется повышением экскреции натрия, кальция и снижением экскреции калия. При хроническом отравлении кадмием происходит нарушение концентрирующей функции почек [31].

Отравление мышьяком (As). Мышьяк является естественным компонентом более 200 природных минералов и входит в перечень ВОЗ из 10 химических элементов, представляющих значительные проблемы для общественного здравоохранения⁵.

Механизм действия трех- и пятивалентных соединений мышьяка различен. Действия трехвалентного мышьяка направлено на блокаду пируватдегидрогеназного комплекса, играющего важную роль в гликолитических процессах. Трехвалентный мышьяк снижает ресинтез АТФ и образование щавелевоуксусной кислоты из пирувата (нарушает пируватный глюконеогенез), что в конечном счете приводит к гипогликемии. Трехвалентный мышьяк блокирует также активность глутатионсинтетазы, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы и глутатионредуктазы, что приводит к развитию дефицита глутатиона в печени и к ухудшению процессов детоксикации мышьяка. Вследствие нарушения гликолиза нарушается также и синтез ацетилхолина, что является причиной развития периферической невропатии [32].

Поступая в организм человека перорально (с продуктами питания, водой) и ингаляционно (атмосферный воздух, пыль) в повышенных количествах, мышьяк в первую очередь может вызвать нарушение функций печени, аллергические реакции, изменения состояния кожи (гиперкератоз, дерматит), поражение сосудов (чаще нижних конечностей), снижение слуха, угнетение иммунитета, кроветворения,

выраженные неврологические нарушения (повышение возбудимости ЦНС, раздражительность, головные боли). Хронические интоксикации As приводят к поражению периферических нервных волокон, в которых резко выражены явления демиелинизации вплоть до деструкции осевых цилиндров. Дерматологические проявления характеризуются появлением темно-коричневых пигментаций в виде изолированных или сливающихся пятен на коже, возникновением гиперкератоза ладоней и стоп с последующим развитием в этих участках эпидермоидных карцином [33].

Главными осложнениями острой интоксикации As являются развитие внутрисосудистого гемолиза, острой почечной, печеночной недостаточности, кардиогенного шока. Отдаленными последствиями острых отравлений у детей может быть значительное снижение остроты слуха. Поражение нервной системы проявляется в виде токсической энцефалопатии (нарушение речи, координации движений, эпилептиформных судорог, психозов) [12].

Отравление таллием (Tl). В общей структуре отравлений ТМ соединения таллия занимают незначительное место, однако тяжесть течения, сложная дифференциальная диагностика и трудности лечения этих интоксикаций заставляют обращать на них особое внимание⁶.

Большое значение в механизме токсического действия Тl играет блокирование сульфгидрильных групп, подавление активности тиолзависимых ферментов, регулирующих проницаемость митохондрий, что ведет к поступлению в них воды и набуханию. Установлено, что Тl нарушает обмен глутатиона, усиливает процессы перекисного окисления липидов, повреждая мембранный аппарат и вызывая гибель клеток [34, 35]. Таллий также задерживает синтез белка, воздействуя на рибосомы (особенно на 60S-единицу), что ведет к задержке кератинизации и алопеции. Интоксикация таллием ведет к нарушению обмена рибофлавина, с которым он образует нерастворимый комплекс, формированию рибофлавиновой недостаточности и нарушению энергообеспечения клеток [36, 37]. Определенные симптомы отравления Тl, такие как периферическая нейропатия, алопеция и дерматит, подтверждают недостаток рибофлавина (показано в условиях моделирования недостаточности рибофлавина на животных). Все это приводит к блокированию активного транспорта ионов щелочных металлов и вызывает нарушения в различных функциональных системах, что и определяет разнообразную клиническую картину [38].

Учитывая вышеизложенное, одним из сильнейших по действию и наиболее распространенным химическим загрязнением является загрязнение тяжелыми металлами [10]. Самым опасным для здоровья человека тяжелым металлом является свинец, что обусловлено его способностью замещать ионы металлов, необходимых для биохимических процессов, и нарушать биологические процессы в клетке [39]. Важно отметить, что кинетика ТМ, таких как свинец и кадмий, однотипна: они не имеют собственных

⁵ Всемирная организация здравоохранения. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health> (дата обращения: 05.04.2025).

⁶ Ливанов ГА. Отравления соединениями таллия (клиника, диагностика и лечение). Пособие для врачей. СПб.; 2016.

переносчиков и попадают в клетки организма и кровь, используя транспортные системы, предназначенные для присутствующих в организме в норме металлов и микроэлементов. Однако, несмотря на то что негативное воздействие кадмия на здоровье человека не вызывает абсолютно никаких сомнений, отсутствует понимание четкого механизма взаимосвязи между уровнями доз поступившего в организм кадмия и детерминированными генотоксическими эффектами, что, по-видимому, продиктовано многофакторным характером действия, возникающим в результате связывания ионов кадмия многими клеточными мишенями. В связи с чем разработка подходов к снижению токсичности, вызванной кадмием, имеет одно из первостепенных значений в области токсикологических исследований [24].

Отравление лекарственными нейротропными препаратами

По данным Всемирной ассоциации токсикологических центров (International Association of Forensic Toxicologists, TIAFT), острые отравления нейротропными препаратами занимают в структуре отравлений одно из первых мест [40]. Отравления барбитуратами составляют порядка 20–25% всех случаев острых отравлений, с которыми пациенты поступают в специализированные токсикологические стационары [41].

Отравление барбитуратами. В последнее время наблюдается снижение количества отравлений барбитуратами [42], что обусловлено как сокращением области применения и распространения производных барбитуровой кислоты, так и появлением более современных/безопасных препаратов, в т.ч. бензодиазепинового ряда. Несмотря на это, барбитураты входят в число 15 классов медикаментов, являющихся причиной смерти пациентов от приема лекарственных препаратов [43].

По данным отдела клинической токсикологии НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, в 2015 г. из 286 случаев отравлений барбитуратами 104 (36,3%) больных были старше 60 лет, из которых 11 (0,3%) скончались, в 2016 г. из 482 больных 123 (25,5%) были пожилого и старческого возраста, у 21 (4,3%) из которых наступил летальный исход. Чаще всего отравления производными барбитуровой кислоты спровоцированы употреблением комбинированных препаратов корвалол или Валокордин®, в состав которых, помимо фенобарбитала, входят этанол, этиловый эфир α -бромизовалериановой кислоты и масло листьев мяты перечной. Тяжесть состояния больных при этом определялась развитием токсической энцефалопатии, что клинически проявлялось нарушениями сознания различной степени тяжести: от легкого оглушения до атонической комы [44].

В исследовании Г.В. Есина и соавт. указано, что барбитураты наиболее часто используются при совершении суицида лицами старше 60 лет (27,6% всех отравлений с суицидальной целью в данной возрастной категории), тогда как у лиц в возрасте 18–59 лет суицидальные отравления барбитуратами составляют 11,8% [45].

Для человека смертельной дозой считается одномоментный прием внутрь около 10 разовых лечебных доз препарата. Летальная доза фентобарбитала находится в диапазоне от 2 до 10 г [46]. Барбитураты в высоких дозах оказывают угнетающее влияние на сенсорные зоны коры головного мозга, уменьшая тем самым моторную активность и подавляя церебральные функции [42].

Клинически выраженные симптомы токсического отравления барбитуратами могут проявиться лишь по истечении нескольких часов после приема препарата. При этом интоксикация проявляется в виде нистагма, атаксии, головокружения, головной боли, возрастающей психомоторной заторможенности, подавления или полной утраты рефлексов, выраженного возбуждения или сонливости, вплоть до угнетения дыхания, сужения зрачков (сменяющегося паралитическим расширением), учащения или урежения частоты сердечных сокращений (ЧСС) с сохранением нормального ритма сердца, цианоза. Одним из осложненных симптомов интоксикации барбитуратами является отек легких и развитие комы [46].

Детальное исследование клинического течения барбитуровой интоксикации показано В.Н. Александровским и соавт., где выявлены основные синдромы у 385 обследованных пациентов: коматозное состояние и другие неврологические расстройства (сужение зрачков, нарушение чувствительности, повышение или снижение сухожильных и кожных рефлексов и пр.), нарушение дыхания и гемодинамики [47].

Одним из наиболее серьезных последствий отравления барбитуратами является постгипоксическое поражение головного мозга. Данное осложнение наблюдается у 35% пациентов с тяжелым и крайне тяжелым отравлением и выражается в снижении когнитивных функций, параличах, парезах, нарушениях работы внутренних органов; в некоторых случаях развитие отека мозга может привести к летальному исходу или необратимому поражению ЦНС [22].

Интоксикации органическими растворителями

Отравление метанолом. Метанол — метиловый или древесный спирт, органическое химическое соединение и простейший алифатический спирт с химической формулой CH_3OH , бесцветная ядовитая жидкость, широко применяемая в промышленном секторе в качестве растворителя, при синтезе органических соединений, в производстве смол, красителей, входит в состав стеклоомывающих жидкостей. В связи с активным поиском альтернативных источников энергосносителей и рассмотрения спиртов в качестве замены углеводородного топлива просматривается перспектива все более широкого использования метанола [48].

Проблема отравлений метанолом стоит как нелзя остро: по данным Росстата, отравления спиртосодержащими средствами продолжают лидировать среди случайных химических отравлений с летальным исходом; наиболее яркий по своей трагичности случай массового отравления метанолом произошел в Иркутске (декабрь 2016 г.), когда скончались 77 человек с максимальным количеством погибших в возрастной шкале трудоспособного возраста [49].

Не менее резонансное массовое отравление метанолом в России произошло с 3 по 5 июня 2023 г. в результате потребления жителями нескольких регионов алкогольной продукции под маркой «Мистер Сидр»: скончалось 47 человек, а пострадало не менее 106 человек. Е.И. Лоскутниковой и соавт.; Т.А. Яковенко и соавт. также отмечена волнообразная динамика изменения показателей смертности от отравлений метанолом [50, 51].

Согласно статистическим данным, представленным в государственном докладе «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 г.», на территории Российской Федерации за период 2012–2021 гг. зарегистрировано 470 358 случаев острых отравлений спиртосодержащей продукцией, 124 813 из них — с летальным исходом (26,5%). Показатель острых отравлений спиртосодержащей продукцией в 2021 г. составил 21,19 случая на 100 тыс. населения⁷.

Так, при анализе статистических данных по отравлениям в Вологодской области установлено, что отравления метанолом прочно занимают второе место после отравления этиловым спиртом.

Острое отравление метанолом протекает в четыре стадии: начальная, скрытых проявлений или мнимого благополучия, стадия выраженных клинических проявлений и период последствий отравления⁸.

Для начальной стадии продолжительностью 1–12 часов характерны проявления обычного опьянения алкоголем, обусловленные наркотическим воздействием данного спирта на ЦНС, причем степень опьянения меньшая, чем при приеме сопоставимых доз этилового спирта⁹. Стадия мнимого благополучия наступает вслед за периодом опьянения [53].

Для стадии выраженных клинических проявлений характерно развитие токсического гастрита, токсической энцефалопатии с головными болями и головокружением, психомоторное возбуждение, оглушенность и спутанность сознания, потеря контакта. В кульминационной стадии развиваются симптомы тяжелой общей интоксикации в виде острой дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности. Одним из основных последствий отравления метанолом (у выживших пациентов) являются офтальмологические расстройства. Основными осложнениями при отравлении метанолом являются: токсическое поражение почек, острый токсический миокардит, в отдаленном периоде — психоневрологические расстройства в форме ослабления памяти, эмоциональной лабильности, расстройств по типу «нарушения схемы тела».

Характерной чертой интоксикации метанолом является то, что его метаболизм происходит по принципу «летального» синтеза, в результате которого образуются более ядовитые вещества: формальдегид, токсичность которого в 33 раза превышает токсичность самого метанола, и муравьиная кислота. Часть формальдегида взаимодействует с белками, а другая часть превращается в муравьиную кислоту. Метаболизм формальдегида происходит двумя основными способами: с помощью тетрагидрофолиевой кислоты и восстановленного глутатиона. Муравьиная кислота быстро образуется в ходе окисления формальдегида, а ее дальнейший метаболизм происходит медленно. Ткань печени обладает наибольшей способностью к окислению формальдегида, поэтому в ней происходят основные метаболические превращения. Однако они не являются единственным способом выведения

Таблица 2. Количество отравлений алкогольной продукцией в 2020–2022 гг. (на 100 тыс. населения) в Вологодской области по данным местного территориального Центра гигиены и эпидемиологии

Показатель	2020		2021		2022	
	Всего	из них с летальным исходом	Всего	из них с летальным исходом	Всего	из них с летальным исходом
Токсическое действие алкоголя (Т51) — всего	6,4	3,7	4,7	1,8	4,5	1,4
Этанола (Т51.0)	4,4	2,7	3,5	1,4	3,2	0,8
Метанола (Т51.1)	0,1	0,1	0,1	0,0	0,4	0,4
2-пропанола (Т51.2)	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1
Сивушного масла (Т51.3)	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Других спиртов (Т51.8)	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
Спирта неуточненного (Т51.9)	1,6	0,7	0,8	0,1	0,7	0,1

Таблица составлена авторами по данным источника [52]

⁷ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 г.: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2022.

⁸ Анализ острых отравлений химической этиологии, в том числе алкоголем со смертельным исходом за 2022 г. URL: <https://fbuz35.ru/files.aspx?id=4038db6b560c4057b9be4e4358af0412> (дата обращения: 10.04.2025).

⁹ Клинические рекомендации «Токсическое действие метанола и этиленгликоля» (одобрены Минздравом России) <https://legalacts.ru/doc/klinicheskie-rekomendatsii-toksicheskoe-deistvie-metanola-i-etilenglikolja-odobreny-minzdravom/?ysclid=mdfw7hjv1220621463> (дата обращения: 10.04.2025).

метанола из организма: значительная его часть выводится через легкие.

Отравление диолами (1,4-бутандиол и родственные соединения). В списке наиболее часто встречающихся отравлений органическими растворителями особое место занимает 1,4-бутандиол (1,4-БД) — двухатомный алифатический спирт, который широко применяется в различных отраслях промышленности в качестве растворителя, как промежуточный продукт в органическом синтезе и получении пластмасс¹⁰. В последнее время данное соединение все чаще нелегально используется в целях достижения особого эмоционального статуса (эйфории). Так, распространенность употребления 1,4-бутандиола в качестве психоактивного вещества (ПАВ) среди наркозависимого контингента составляет 22,3–43,7%, при этом его часто употребляют совместно с другими ПАВ (этанолом, амфетамином и его производными и др.) [54, 55].

Особенностями токсикодинамики перорального употребления 1,4-БД являются быстрое всасывание в кровь из желудка и верхних отделов тонкой кишки, прохождение через гематоэнцефалический барьер; после окисления алкогольдегидрогеназой (АДГ) до гамма-гидроксibuтиральдегида метаболизируется до ГОМК и ее карбоксильного метаболита (глюкуроида), в печени под влиянием АДГ — до альдегидных метаболитов [56]. Причем 1,4-бутандиол метаболизируется в ГОМК в среднем в течение 1 минуты [57], но при исследованиях на добровольцах показано, что существуют значительные индивидуальные отличия в скорости метаболизма 1,4-бутандиола до ГОМК, предположительно связанные с различной степенью активности алкогольдегидрогеназы [58]. Минимальная токсическая доза 1,4-БД для человека составляет 5–20 г (88–300 мг/кг) [59].

Клиническая картина острого отравления 1,4-бутандиолом проявляется поведенческими нарушениями в виде психомоторного возбуждения, сопровождающегося тревогой и агрессией, галлюцинациями, дезориентацией, бредом [59]. При отравлении 1,4-БД тяжелой степени наблюдаются утрата сознания до комы, неврологические расстройства, нарушения функции внешнего дыхания, деятельности сердечно-сосудистой системы и различные метаболические нарушения [55].

В некоторых работах представлены наиболее показательные клинические случаи острых пероральных отравлений 1,4-БД. Так, А.Г. Синченко и соавт. описан клинический случай острого отравления 1,4-БД в сочетании с этанолом у молодого мужчины, длительно употреблявшего данный ПАВ в небольших дозах с целью повышения сексуального возбуждения и физической выносливости. Острое отравление возникло после однократного приема превышенной дозы психоактивного вещества, повлекшее за собой возникновение судорожного синдрома, угнетение сознания до уровня комы II с развитием токсической энцефалопатии [55]. Г.А. Ливановым и соавт. описан клинический случай острого перорального отравления 1,4-бутандиолом тяжелой степени,

сопровождающегося токсико-гипоксической энцефалопатией, комой 3-й степени у девочки-подростка 12 лет при ошибочном приеме 1,4-БД [59].

В США и странах ЕС также остро стоит вопрос применения в наркотических целях гамма-оксимасляной кислоты (ГОМК) и ее прекурсоров (1,4-бутандиола и гамма-бутиролактона) в связи с частым использованием данных веществ при совершении преступлений сексуального характера [57].

Промышленные химикаты и ядовитые соединения

Отравление карбатами. Карбаты — производные карбаминовой кислоты, применяющиеся в сельском хозяйстве в форме инсектицидов, пестицидов, а также в фармакологии в виде лекарственных препаратов (транквилизаторов, миорелаксантов, антидотов и др.). Основными путями поступления карбатов в организм человека являются органы дыхания и неповрежденная кожа, а также желудочно-кишечный тракт¹¹.

Интоксикация карбатами занимает высокую позицию в структуре отравлений, вызванных химическими веществами нейротропного типа действия. Эти соединения способны вызывать дисфункцию холинергической системы, активируя никотиновые и мускариновые рецепторы. Ряд производных карбаминовой кислоты относится к высокотоксичным соединениям, обратимым (в отличие от фосфорорганических соединений — ФОС) ингибиторам холинэстераз, приводящим к формированию так называемого «холинэргического кризиса», сопряженного с развитием генерализованного судорожного синдрома, в тяжелых случаях заканчивающегося комой и летальным исходом. При действии карбатов во время острой интоксикации за счет быстрого гидролиза связи C=O (декарбомилирования фермента) активность холинэстераз у выживших восстанавливается в течение нескольких часов, полное восстановление функции холинэстераз наблюдается через 24–48 ч [60].

Клиническая картина интоксикации карбатами определяется аккумуляцией ацетилхолинэстеразы в нервных окончаниях; при этом симптомы интоксикации можно классифицировать по следующим группам [61]:

1. Мускариноподобные проявления: повышение бронхиальной секреции, обильное пото- и слюноотделение, слезотечение, сужение зрачков, бронхоспазм, абдоминальные спазмы (рвота и диарея), брадикардия.
2. Никотиноподобные проявления: фасцикулярные подергивания мелких мышц (в тяжелых случаях также дыхательных и диафрагмальных мышц), тахикардия.
3. Симптомы и признаки поражения ЦНС: головная боль, головокружение, беспокойство, потеря памяти, судороги, кома.

4. Угнетение деятельности дыхательного центра.

Все перечисленные симптомы проявляются в различных сочетаниях и могут варьировать в проявлении и последовательности в зависимости от вещества, дозы и пути воздействия. Продолжительность симптоматики обычно короче, чем при воздействии ФОС [62]. При тяжелых случаях отравления может быть летальный исход, вызванный асфиксией из-за мышечного

¹⁰ Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал. <https://bigenc.ru/c/1-4-butandiol-b997fe/?v=8031024> (дата обращения: 05.04.2025).

¹¹ Герунова Л, Бойко Т. Токсикология пестицидов. М.: ИД Научная библиотека; 2021.

спазма или острой сердечной недостаточности [63]. В отдаленных последствиях наблюдаются выраженные нарушения когнитивно-поведенческих способностей [61].

Проведя анализ социального статуса отравившихся карбаматами, B.S. Reddy и соавт. выявили неожиданные результаты: 23% пострадавших были фермерами, 27% — временными работниками, 21% — домохозяйками, 11% — постоянными сотрудниками и 8% — студентами [64]. Таким образом, помимо риска отравления на производстве с вредными условиями труда или при различных террористических инцидентах, достаточно широко распространены случайные или намеренные самоотравления, а также возникновение токсических эффектов при передозировке лекарственных средств [65]. По данным ВОЗ, за год в мире регистрируется около миллиона случаев не преднамеренных острых отравлений пестицидами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе обобщены характеристики основных представителей групп нейротропных токсикантов, влияющих на риски здоровью населения. Выявлено, что хотя основным органом-мишенью нейротропных токсикантов является ЦНС, токсический эффект негативно отражается на других органах. Этим и объясняется широкий спектр патологий, развивающихся

в результате действия этих ядов (нарушения функции внешнего дыхания, деятельности сердечно-сосудистой системы, различные метаболические нарушения вплоть до полиорганной патологии). Признаки токсического действия могут проявляться как непосредственно сразу после интоксикации, так и в периоде отдаленных последствий.

Риск для здоровья связан, во-первых, с тем фактом, что отравления нейротропными токсикантами могут возникать не только в производственных, но и в бытовых условиях. Во-вторых, с тем, что отравления нейротропными токсикантами приводят к развитию хронических патологических процессов в организме пострадавшего. Также при острых отравлениях некоторыми нейротропными токсикантами существует скрытый период, который составляет до нескольких суток, что затрудняет диагностику отравлений и препятствует своевременному началу лечения. В-третьих, несмотря на то что основные нарушения в остром периоде, проявляющиеся со стороны нервной, дыхательной и сердечно-сосудистой систем, могут быть купированы посредством медикаментозной терапии, существует риск развития отдаленных последствий.

Перспективными направлениями являются изучение механизмов формирования отдаленных последствий при интоксикации нейротропными токсикантами и поиск средств профилактики и терапии возникающих патологических состояний.

Литература / References

1. Григорьев ИМ, Воронко ЕА, Остапенко ЕН. Организация медицинской помощи при химических авариях и чрезвычайных ситуациях. *Экстренная Медицина*. 2013;4:27–41. Grigoriev IM, Voronko EA, Ostapenko EN. Organization of medical care in chemical accidents and emergencies. *Emergency Medicine*. 2013;4:27–41 (In Russ.). EDN: [RPEWUL](#)
2. Кобякова ОС, Шибалков ИП, Соломатников ИА, Тимонин СА, Щур АЕ, Лагутин МД и др. Медико-демографическая ситуация в России: долгосрочные тенденции, прогнозы и резервы улучшения. *Анализ Риска Здоровью*. 2024;2:4–17. Kobyakova OS, Shibalkov IP, Solomatnikov IA, Timonin SA, Shchur AE, Lagutin MD, et al. Medical and demographic situation in Russia: long-term trends, forecasts, and reserves for improvement. *Health Risk Analysis*. 2024;2:4–17 (In Russ.). <https://doi.org/10.21668/health.risk/2024.2.01>
3. Солонин СА, Белова МВ, Терешкина НЕ, Кашолкина ЕА, Тюрин ИА, Годков МА и др. Структура острых отравлений химической этиологии в мегаполисе на фоне пандемии COVID-19 в 2020–2021 гг. *Медицина Экстремальных Ситуаций*. 2023;25(4):174–83. Solonin SA, Belova MV, Tereshkina NE, Kasholkina EA, Tyurin IA, Godkov MA, et al. The structure of acute poisoning of chemical etiology in a metropolis against the background of the COVID-19 pandemic in 2020–2021. *Extreme Medicine*. 2023;25(4):174–83 (In Russ.). <https://doi.org/10.47183/mes.2023.052>
4. Васильев СА, Ливанов ГА, Батоцыренов БВ. Особенности организации оказания реаниматологической помощи больным в критическом состоянии с острыми отравлениями. *Медицинский Алфавит*. 2013;2(14):45–9. Vasiliev SA, Livanov GA, Batotsyrenov BV. Features of the organization of resuscitation care for patients in critical condition with acute poisoning. *Medical Alphabet*. 2013;2(14):45–9 (In Russ.). EDN: [RMXMYL](#)
5. Гольдфарб ЮС, Бадалян АВ, Герасименко МЮ, Щеткин ВА, Поцхверия ММ. Программа реабилитации при острых отравлениях в токсикологическом стационаре. *Физиотерапия, Бальнеология и Реабилитация*. 2021;20(2):99–117. Goldfarb YuS, Badalyan AV, Gerasimenko MYu, Shchetkin VA, Potkhveriya MM. Rehabilitation program for acute poisoning in a toxicological hospital. *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2021;20(2):99–117 (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2021-20-2-2>
6. Куценко СА. Основы токсикологии. СПб.: Медицина; 2004. Kutsenko SA. *Fundamentals of Toxicology*. St. Petersburg: Medicine; 2004 (In Russ.). EDN: [QKMWIB](#)
7. Белоногов ИА, Самохин ДА. *Токсикология и медицинская защита*. Минск: Вышэйшая школа; 2014. Belonogov IA, Samokhin DA. *Toxicology and medical protection*. Minsk: Higher School; 2014 (In Russ.). EDN: [VRRYIR](#)
8. Великородная ЮИ, Мамулайшвили НИ, Почепцов АЯ. Нейротоксические эффекты в центральной нервной системе при хронической интоксикации фосфорорганическими соединениями (экспериментальное исследование). *Вестник ВолГМУ*. 2013;3(47):56–61. Velikorodnaya Yul, Mamulaishvili NI, Pocheptsov AY. Neurotoxic effects in the central nervous system in chronic organophosphorus intoxication (experimental study). *Journal of Volgograd State Medical University*. 2013;3(47):56–61 (In Russ.).
9. Шустов ЕБ, Мельникова МВ, Зорина ВН, Мелехова АС, Бельская АВ, Бондаренко АА и др. Теоретические

- аспекты взаимодействия химического и физического неблагоприятного воздействия в условиях комбинированного экологического загрязнения. *Вестник Образования и Развития Науки Российской Академии Естественных Наук*. 2022;4:83–94.
- Shustov EB, Melnikova MV, Zorina VN, Melekhova AS, Belskaya AV, Bondarenko AA, et al. Theoretical aspects of the interaction of chemical and physical adverse effects in conditions of combined environmental pollution. *Bulletin of Education and Development of Science of the Russian Academy of Natural Sciences*. 2022;4:83–94 (In Russ.). <https://doi.org/10.26163/RAEN.2022.50.76.011>
10. Ахполова ВО, Брин ВБ. Современные представления о кинетике и патогенезе токсического воздействия тяжелых металлов (обзор литературы). *Вестник Новых Медицинских Технологий*. 2020;27(1):55–61. Akhpolova VO, Brin VB. Actual concepts of heavy metals' kinetics and pathogenesis of toxicity (literature review). *Journal of New Medical Technologies*. 2020;27(1):55–61 (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/1609-2163-2020-16578>
 11. Галенко МС, Гравель ИВ, Вельц НЮ, Аляутдин РН. Нормирование содержания тяжелых металлов и мышьяка как фактор безопасности использования лекарственных растительных препаратов. *Безопасность и Риск Фармакотерапии*. 2021;9(2):61–8. Galenko MS, Gravel IV, Velts NY, Alyautdin RN. Standardization of the content of heavy metals and arsenic as a safety factor in the use of herbal medicines. *Safety and Risk of Pharmacotherapy*. 2021;9(2):61–8 (In Russ.). <https://doi.org/10.30895/2312-7821-2021-9-2-61-68>
 12. Теплая ГА. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы). *Астраханский Вестник Экологического Образования*. 2013;1(23):182–92. Teplaya GA. Heavy metals as a factor of environmental pollution (literature review). *Astrakhan Bulletin of Environmental Education*. 2013;1(23):182–92 (In Russ.). EDN: [PXNTRR](#)
 13. Елизарова ДИ, Иванушкина ТС. Оценка воздействия полигонов ТБО на окружающую среду. *Научный Журнал Молодых Ученых*. 2023;4(34):12–6. Elizarova DI, Ivanushkina TS. Assessment of the impact of solid waste landfills on the environment. *Scientific Journal of Young Scientists*. 2023;4(34):12–6 (In Russ.). EDN: [HSWBSY](#)
 14. Кутлин НГ, Аглиуллина КС, Сафина ГР, Абдулвалеев АМ. Мониторинг молока на содержание тяжелых металлов. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области «Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы». Лесниково, 2018. Kutlin NG, Agliullina KS, Safina GR, Abdulvaleev AM. Monitoring milk for heavy metal content. *Ways to implement the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017–2025*. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th Anniversary of the Kurgan Region. Lesnikovo: 2018 (In Russ.). EDN: [UOTXHG](#)
 15. Цыплихин НО, Комарова ЕВ, Федорова МГ. Морфологические особенности щитовидной железы при воздействии соединений нитратов и тяжелых металлов: метаанализ экспериментальных исследований. *Вестник Пензенского Государственного Университета*. 2024;3(47):22–5. Tsyplikhin NO, Komarova EV, Fedorova MG. Morphological features of the thyroid gland under the influence of nitrate compounds and heavy metals: a meta-analysis of experimental studies. *Bulletin of Penza State University*. 2024;3(47):22–5 (In Russ.). EDN: [FBMQDO](#)
 16. Тунакова ЮА, Новикова СВ, Валиев ВС, Файзуллин РИ. Способ количественной оценки накопления металлов в организме человека при полиметаллическом загрязнении компонентов урбозоосистемы. *Ученые Записки Казанского университета. Серия: Естественные Науки*. 2024;166 (2):266–82. Tunakova YuA, Novikova SV, Valiev VS, Fayzullin RI. Method for quantitative assessment of metal accumulation in the human body under polymetallic pollution of urban ecosystem components. *Scientific Notes of Kazan University. Natural Sciences Series*. 2024;166(2):266–82 (In Russ.). <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2024.2.266-282>
 17. Abdelhamid FM, Mahgoub HA, Ateya AI. Ameliorative effect of curcumin against lead acetate-induced hemato-biochemical alterations, hepatotoxicity, and testicular oxidative damage in rats. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020;1:10950–65. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07718-3>
 18. Minigalieva IA, Shtin TN, Makeyev OH, Panov VG, Privalova LI, Gurvic VB, et al. Some outcomes and a hypothetical mechanism of combined lead and benzo(a)pyrene intoxication, and its alleviation with a complex of bioprotectors. *Toxicology Reports*. 2020;7:986–94. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.08.004>
 19. Pratush A, Kumar A, Hu Z. Adverse effect of heavy metals (As, Pb, Hg, and Cr) on health and their bioremediation strategies: a review. *International Microbiology*. 2018;21:97–106. <https://doi.org/10.1007/s10123-018-0012-3>
 20. Yang CM, Chien MY, Chao PC, Huang CM, Chen CH. Investigation of toxic heavy metals content and estimation of potential health risks in Chinese herbal medicine. *Journal of Hazardous Materials*. 2021;412:125–42. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125142>
 21. Сутункова МП, Никогосян КМ, Рябова ЮВ, Кескевич АА, Минигалиева ИА, Бутакова ИВ и др. Современное представление о механизмах токсического действия свинца на центральную нервную систему (обзор литературы). *Медицина Труда и Экология Человека*. 2023;4:196–215. Sutunkova MP, Nikogosyan KM, Ryabova YuV, Keskevich AA, Minigalieva IA, Butakova IV, et al. Current understanding of the mechanisms of lead toxic effects on the central nervous system (literature review). *Occupational Medicine and Human Ecology*. 2023;4:196–215 (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2411-3794-2023-104115>
 22. Дзугкоев СГ, Дзугкоева ФС, Маргиева ОИ. Анализ механизмов токсичности свинца и их патогенетическая коррекция. *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 2022;108(5):626–35. Dzugkoev SG, Dzugkoeva FS, Margieva OI. Analysis of the mechanisms of lead toxicity and their pathogenetic correction. *Sechenov' Russian Physiological Journal*. 2022;108(5):626–35 (In Russ.). EDN: [HKRPRI](#)
 23. Ивуть АИ. Загрязнение окружающей среды кадмием как экологический риск здоровью. *Международный Студенческий Научный Вестник*. 2021;2:1–12. Ivut AI. Environmental pollution with cadmium as an ecological health risk. *International Student Scientific Bulletin*. 2021;2:1–12 (In Russ.). EDN: [ZMSAFX](#)
 24. Фазлыева АС, Даукаев РА, Каримов ДО. Влияние кадмия на здоровье населения и способы профилактики его токсических эффектов. *Медицина Труда и Экология Человека*. 2022;1:220–35. Fazlieva AS, Daukaev RA, Karimov DO. Influence of cad-

- mium on population health and methods for preventing its toxic effects. *Occupational Medicine and Human Ecology*. 2022;1:220–35 (In Russ.).
EDN: [GLPABT](#)
25. Гусарова МЛ, Баранович ЕС, Волкова НИ, Челышева ОН, Зюзин ИЕ. Радиоэкологический анализ показателей безопасности животноводческой продукции. *Ветеринарный врач*. 2024;4:49–57.
Gusarova ML, Baranovich ES, Volkova NI, Chelysheva ON, Zyuzin IE. Radioecological analysis of safety indicators of livestock products. *The Veterinarian*. 2024;4:49–57 (In Russ.).
 26. Михович АП. Свинец и кадмий как опасные тяжелые металлы, их основные источники, пути миграции и влияние на организм человека. *Актуальные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и лучевой терапии*. Сборник материалов I междууниверситетской научно-практической интернет-конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2017.
Mikhovich AP. Lead and cadmium as dangerous heavy metals, their main sources, migration routes and impact on the human body. *Current issues of radiation and environmental medicine, radiation diagnostics and radiation therapy*. Collection of materials of the 1st inter-university scientific and practical Internet conference of students, master's students, postgraduates and young scientists. 2017 (In Russ.).
EDN: [YGQQNK](#)
 27. Оберенс Д, Харланд Б, Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб.: Наука; 2008.
Oberens D, Harland B, Skalny A. *Biological role of macro- and microelements in humans and animals*. St. Petersburg: Nauka; 2008 (In Russ.).
 28. Genchi G, Sinicropi MS, Lauria G, Carocci A, Catalano A. The effects of cadmium toxicity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;7(11):1–24.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17113782>
 29. Rafati-Rahimzadeh M, Rafati-Rahimzadeh M, Kazemi S, Moghadamnia A. Cadmium toxicity and treatment: An update. *Caspian Journal of Internal Medicine*. 2017;8(3):135–45.
<https://doi.org/10.22088/cjim.8.3.135>
 30. Кузьмин СВ, Русаков ВН, Сетко АГ, Синицына ОО. Токсиколого-гигиенические аспекты воздействия кадмия на организм человека при поступлении с продуктами питания (обзор литературы). Здоровье населения и среда обитания — ЗН СО. 2024;32(7):49–57.
Kuzmin SV, Rusakov VN, Setko AG, Sinitsyna OO. Toxicological and hygienic aspects of the dietary cadmium intake and its human effects: a literature review. *Public Health and Life Environment — PH&LE*. 2024;32(7):49–57 (In Russ.).
 31. Усманова ЭН, Фазлыева АС, Каримов ДО, Хуснутдинова НЮ, Регина ЭФ, Даукаев РА. Динамика накопления кадмия в печени и почках крыс при острой интоксикации. *Медицина Труда и Экология Человека*. 2019;2(18):69–74.
Usmanova EN, Fazlieva AS, Karimov DO, Khusnutdinova NYu, Repina EF, Daukaev RA. Dynamics of cadmium accumulation in the liver and kidney of rats with acute intoxication. *Occupational Medicine and Human Ecology*. 2019;2(18):69–74 (In Russ.).
EDN: [EFDLLB](#)
 32. Satapathy D, Dutta TK, Chatterjee A, Yadav SK, Dutta S, Das AM, et al. Ameliorating arsenic toxicity in young goats: assessing vitamin E and *Saccharomyces cerevisiae* on feed intake, carcass quality, mineral profiles in tissues and impending health risks to humans. *Environmental Geochemistry and Health*. 2025;47(5):1–31.
<https://doi.org/10.1007/s10653-025-02439-3>
 33. Баканов КБ, Бахарева АА, Фадеева ЮА, Гоностарева ДА, Югова ТС. Токсикологические аспекты использования мышьяка в практике врача. *Молодежь, Наука, Медицина*. Материалы 64-й Всероссийской межвузовской студенческой научной конференции с международным участием. 2018.
Bakanov KB, Bakhareva AA, Fadeeva YuA, Gonostareva DA, Yugova TS. Toxicological aspects of arsenic use in medical practice. *Youth, Science, Medicine*. Proceedings of the 64th All-Russian Interuniversity Student Scientific Conference with International Participation. 2018 (In Russ.).
EDN: [YRHPUD](#)
 34. Завалий ЛБ, Симонова АЮ, Поцхверия ММ, Остапенко ЮН, Гаджиева МГ, Петриков СС. Диагностика и лечение отравления таллием. *Токсикологический вестник*. 2018;5:9–15.
Zavaliy LB, Simonova AYU, Potskhveria MM, Ostapenko YuN, Gadzhieva MG, Petrikov SS. Diagnosis and treatment of poisoning with thallium. *Toxicological Review*. 2018;5:9–15 (In Russ.).
<https://doi.org/10.36946/0869-7922-2018-5-9-15>
 35. Xu H, Luo Y, Wang P, Zhu J, Yang Z, Liu Z. Removal of thallium in water/wastewater: A review. *Water Research*. 2019;165:149–81.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114981>
 36. Genchi G, Carocci A, Lauria G, Sinicropi MS, Catalano A. Thallium use, toxicity, and detoxification therapy: an overview. *Applied Sciences*. 2021;11(18):1–15.
<https://doi.org/10.3390/app11188322>
 37. Molina CP, Verstraeten SV. Thallium (III)-mediated changes in membrane physical properties and lipid oxidation affect cardiolipin-cytochrome c interactions. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*. 2008;1778(10):2157–64.
<https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2008.04.013>
 38. Baj J, Forma A, Kobak J, Tyczyńska M, Dudek I, Maani A, et al. Toxic and Nutritional Optic Neuropathies — An Updated Mini-Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(5):3092.
<https://doi.org/10.3390/ijerph19053092>
 39. Титов АФ, Казнина НМ, Карапетян ТА, Доршакова НВ. Влияние свинца на живые организмы. *Журнал Общей Биологии*. 2020;81(2):147–60.
Titov AF, Kaznina NM, Karapetyan TA, Dorshakova NV. Lead as a contaminant for living things. *Journal of General Biology*. 2020;81(2):147–60 (In Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S0044459620020086>
 40. Бебякина ЕЕ, Яцынюк ББ, Ахмедова ЕГ, Волкова НА. Особенности эпидемиологии и течения клинических проявлений острых отравлений нейротропными лекарственными препаратами (по данным БУ «Окружная клиническая больница»). *Здравоохранение Югры: Опыт и Инновации*. 2024;4(41):70–87.
Bebyakina EE, Yatsinyuk BB, Akhmedova EG, Volkova NA. Peculiarities of the epidemiology and course of clinical manifestations of acute poisoning with neurotropic drugs (according to the data of the BUKh «District Clinical Hospital»). *Healthcare of Yugra: Experience and Innovations*. 2024;4(41):70–87 (In Russ.).
 41. Тропская НС, Кислякова ЕА, Вилкова ИГ, Гурман ЮВ, Кислицына ОС, Жеребцов АВ и др. Нарушения функционального состояния ЦНС, перистальтики кишечника и микробиоценоза при отравлении барбитуратами в эксперименте. *Биомедицина*. 2022;18(3):45–9.
Tropskaya NS, Kislyakova EA, Vilkova IG, Gurman YuV, Kislitsyna OS, Zherebtsov AV, et al. Disturbances in the functional state of the central nervous system, intestinal peristalsis, and microbiocenosis in experimental barbiturate poisoning. *Journal Biomed*. 2022;18(3):45–9 (In Russ.).
<https://doi.org/10.33647/2074-5982-18-3-45-49>

42. Dimitrova S, Dragomanova S, Kehayova G. Intravenous lipid emulsions in anticonvulsants' toxicity. *Scientia Pharmaceutica*. 2024;92(3):31–7.
<https://doi.org/10.20944/preprints202404.1698.v1>
43. Greene SC, Wyatt K, Cates AL, Weiss S. Anticonvulsant fatalities reported to the American Association of Poison Control Centers 2000–2019. *Seizure*. 2023;106:1–6.
<https://doi.org/10.1016/j.seizure.2023.01.010>
44. Ливанов ГА, Лодягин АН, Коваленко АЛ, Батоцыренов БВ, Глушков СИ, Прокопович ГА и др. Особенности клинической картины острых отравлений производными барбитуровой кислоты и их терапии у пациентов пожилого и старческого возраста. *Успехи Геронтологии*. 2018;31(2):239–45. Livanov GA, Lodyagin AN, Kovalenko AL, Batotsyrenov BV, Glushkov SI, Prokopovich GA, et al. Peculiarities of the clinical picture of acute poisoning with barbituric acid derivatives and their therapy in elderly and senile patients. *Advances in Gerontology*. 2018;31(2):239–45 (In Russ.).
45. Есин ГВ, Ливанов ПА, Солдатова ВЮ, Ливанов АС, Пиковский ВЮ. Токсические эффекты барбитуратов. *Медицинский Алфавит*. 2015;1(3):25–30. Esin GV, Livanov PA, Soldatova VYu, Livanov AS, Picovskiy VYu. Toxic effects of barbiturates. *Medical Alphabet*. 2015;1(3):25–30 (In Russ.).
EDN: [UNDPEJ](#)
46. Crellin SJ, Katz KD. Pentobarbital toxicity after self-administration of Euthasol veterinary euthanasia medication. *Case Reports in Emergency Medicine*. 2016;1–4.
<https://doi.org/10.1155/2016/6270491>
47. Александровский ВН, Карева МВ, Рожков ПГ. Острые отравления производными барбитуровой кислоты. Барбитуровая кома. *Токсикологический вестник*. 2022;30(6):359–69. Aleksandrovsky VN, Kareva MV, Rozhkov PG. Acute poisoning with barbituric acid derivatives. Barbituric coma. *Toxicological Review*. 2022;30(6):359–69 (In Russ.).
<https://doi.org/10.47470/0869-7922-2022-30-6-359-369>
48. Холикова СД, Исмагуллаев ХМ, Исмаилова ЛА. Перспективные пути применения метанола. *Universum: Химия и Биология*. 2021;5(83):22–6. Kholikova SD, Ismatullaev HM, Ismailova LA. Prospective ways of application of methanol. *Universum: Chemistry and Biology*. 2021;5(83):22–6 (In Russ.).
<https://doi.org/10.32743/UniChem.2021.83.5.11632>
49. Зими́на ЛА, Жоголев ПВ, Семенов АВ, Лелюх ТД, Луненюк СВ, Маслаускайте ЛС и др. Анализ летальных случаев массового отравления метиловым спиртом в г. Иркутск. *Sciences of Europe*. 2018;32:28–35. Zimina LA, Zhogolev PV, Semyonov AV, Lelyuh TD, Lunyonok SV, Maslauskaite LS, et al. Analysis of lethal cases of mass methyl alcohol poisoning in Irkutsk. *Sciences of Europe*. 2018;32:28–35 (In Russ.).
50. Лоскутникова ЕИ, Гиль АЮ, Алехин ИН, Хальфин РА. Анализ заболеваемости отравлениями этанолом и сурrogатами алкоголя в Иркутской области за период с 2010 по 2017 год. *Сеченовский Вестник*. 2019;10(2):36–44. Loskutnikova EI, Gil AYU, Alekhin IN, Khalfin RA. Analysis of morbidity with poisonings with ethanol and surrogate alcohols in irkutsk region between 2010 and 2017. *Sechenov Medical Journal*. 2019;10(2):36–44 (In Russ.).
<https://doi.org/10.47093/22187332.2019.2.36-44>
51. Яковенко ТА, Онан ОЯ, Долума АМ, Тарасов АЮ. Острые отравления метанолом: обзор литературы. *Вестник магистратуры*. 2022;12–1(135):4–8. Yakovenko TA, Onan OYa, Doluma AM, Tarasov AYU. Acute methanol poisoning: a literature review. *Magister Journal*. 2022;12–1(135):4–8 (In Russ.).
EDN: [JGDQPM](#)
52. Попова ЕА, Любченко АА, Шиврина ТГ, Рахманова ЕА, Хабарова ОИ, Большакова МА и др. Клинико-лабораторные показатели, особенности и результаты лечения пациентов с отравлением метиловым спиртом. *Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова*. 2017;19:126–9. Popova EA, Lyubchenko AA, Shivrina TG, Rakhmanova EA, Khabarova OI, Bolshakova MA, et al. Clinical and laboratory parameters, characteristics and results of treatment of patients with methyl alcohol poisoning. *Bulletin of Khakass State University named after N.F. Katanov*. 2017;19:126–9 (In Russ.).
EDN: [ZVKVZR](#)
53. Кузнецов ОА, Федоров АВ. Острое отравление метанолом с благоприятным исходом (серия клинических наблюдений). *Наркология*. 2019;4:64–7. Kuznetsov OA, Fedorov AV. Acute methanol poisoning with a favorable outcome (series of clinical observations). *Narcology*. 2019;4:64–7 (In Russ.).
EDN: [ZIOPTF](#)
54. Синенченко АГ, Батоцыренов ЧБ, Лодягин АН, Синенченко ГИ, Коваленко АЛ. Делирий при острых отравлениях 1,4-бутандиолом и его коррекция. *Общая реаниматология*. 2021;17(6):42–8. Sinenchenko AG, Batotsyrenov ChB, Lodyagin AN, Sinenchenko GI, Kovalenko AL. Delirium in acute poisoning with 1,4-butanediol and its correction. *General Reanimatology*. 2021;17(6):42–8 (In Russ.).
<https://doi.org/10.15360/1813-9779-2021-6-42-48>
55. Miró Ò, Galicia M, Dargan P, Dines AM, Giraudon I, Heyerdahl F, et al. Intoxication by gamma hydroxybutyrate and related analogues: Clinical characteristics and comparison between pure intoxication and that combined with other substances of abuse. *Toxicology Letters*. 2017;277:84–91.
<https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2017.05.030>
56. Синенченко АГ, Лодягин АН, Савелло ВЕ, Батоцыренов БВ, Антонова АМ, Шумакова ТА. Острое тяжелое пероральное отравление 1,4-бутандиолом и этанолом с развитием коматозного состояния. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова*. 2020;120(3):77–81. Sinenchenko AG, Lodyagin AN, Batotsyrenov BV, Savello VE, Antonova AM. Acute severe oral poisoning with 1,4-butanediol and ethanol with the development of a coma. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2020;120(3):77–81 (In Russ.).
<https://doi.org/10.17116/jnevro202012003177>
57. Busardo FP, Jones AW. GHB pharmacology and toxicology: acute intoxication, concentrations in blood and urine in forensic cases and treatment of the withdrawal syndrome. *Current neuropharmacology*. 2015;13(1):47–70.
<https://doi.org/10.2174/1570159X13666141210215423>
58. Ливанов ГА, Лодягин АН, Казиахмедов ВА, Починяева ЛМ, Глушков СИ, Батоцыренов БВ и др. Клинический случай острого тяжелого отравления 1,4-бутандиолом девочки-подростка. *Анестезиология и Реаниматология*. 2017;62(4):297–300. Livanov GA, Lodyagin AN, Kaziakhmedov VA, Pochinyaeva LM, Glushkov SI, Batotsyrenov BV, et al. Clinical case of acute severe poisoning with 1,4-butanediol in a teenage girl. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology*. 2017;62(4):297–300 (In Russ.).
EDN: [ZFBXJL](#)
59. Dufayet L, Bargel S, Bonnet A, Boukema AK, Chevallier C, Evrard M, et al. Gamma-hydroxybutyrate (GHB), 1,4-butanediol (1,4BD), and gamma-butyrolactone (GBL) intoxication: A state-of-the-art review. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2023;142:105–35.
<https://doi.org/10.1016/j.jrtrph.2023.105435>

60. Мелехова АС, Бельская АВ, Зорина ВН, Мельникова МВ, Кубарская ЛГ, Гайкова ОН. Экспериментальная модель судорожного синдрома на основе фенолкарбамата. *Медицина Экстремальных Ситуаций*. 2024;26(4):38–48. Melekhova AS, Belskaya AV, Zorina VN, Melnikova MV, Kubarskaya LG, Gaikova ON. Experimental model of convulsive syndrome based on phenylcarbamate. *Extreme Medicine*. 2024;26(4):38–48 (In Russ.). <https://doi.org/10.47183/mes.2024-26-4-38-48>
61. Курдиль НВ, Иващенко ОВ, Струк ВФ, Богомол АГ. Особенности острых отравлений пестицидами в условиях города: карбаматы, пиретроиды, неоникотиноиды. *Медицина Неотложных Состояний*. 2015;4(67):51–7. Kurdil NV, Ivaschenko OV, Struk VF, Bogomol AG. Features of acute pesticide poisonings in urban area: carbamates, pyrethroids, neonicotinoids. *Emergency Medicine*. 2015;4(67):51–7 (In Russ.).
62. Зорина ВН, Беспалов АЯ, Краснов КА, Мелехова АС, Рейнюк ВЛ. Перспективы разработки новых пролонгированных форм производных вальпроевой кислоты для купирования судорожного синдрома. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2022;122(7):14–9. Zorina VN, Bepalov AY, Krasnov KA, Melekhova AS, Reinuk VL. Prospects for the development of new prolonged forms of valproic acid derivatives for the relief of convulsive syndrome. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2022;122(7):14–9 (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro202212207114>
63. Čolović MB, Krstić DZ, Lazarevic-Pasti TD, Bondzic AM, Vasic VM. Acetylcholinesterase Inhibitors: Pharmacology and Toxicology. *Current Neuropharmacology*. 2013;13(3):315–35. <https://doi.org/10.2174/1570159x11311030006>
64. Reddy BS, Skaria TG, Polepalli S, Vidyasagar S, Rao M, Kunhikatta V, et al. Factors associated with outcomes in organophosphate and carbamate poisoning: a retrospective study. *Toxicological Research*. 2020;36:257–66. <https://doi.org/10.1007/s43188-019-00029-x>
65. Зорина ВН, Евдокимова ЕА, Рейнюк ВЛ. Методы профилактики и терапии судорожного синдрома при отравлении конвульсантами холинергического ряда. *Медицина Экстремальных Ситуаций*. 2022;24(2):14–21. Zorina VN, Evdokimova EA, Rejniuk VL. Methods for prevention and treatment of convulsive disorders associated with cholinergic convulsant intoxication. *Extreme Medicine*. 2022;24(2):14–21 (In Russ.). <https://doi.org/10.47183/mes.2022.019>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: П.К. Потапов — написание первоначального черновика статьи; Е.Б. Шустов — утверждение окончательного варианта статьи; М.В. Мельникова — сбор данных из отечественных источников; А.В. Бельская — сбор данных из иностранных источников; В.Ф. Остров — составление критического обзора на статью; К.В. Мастерова — ответственная за целостность всех частей статьи; В.А. Башарин — определение идеи, формулирование цели и задач обзора; И.В. Маркин — редактирование статьи; Н.С. Носков — анализ источников литературы.

ОБ АВТОРАХ

Потапов Петр Кириллович, канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-4602-4468>
forwardspb@mail.ru

Шустов Евгений Борисович, д-р мед. наук, профессор
<https://orcid.org/0000-0001-5895-688X>
shustov-msk@mail.ru

Мельникова Маргарита Викторовна
<https://orcid.org/0000-0002-2996-5151>
melnikova.m.v@toxicology.ru

Бельская Алиса Владимировна
<https://orcid.org/0000-0002-9343-4144>
belskaya.a.v@toxicology.ru

Остров Владимир Федорович, канд. биол. наук
<https://orcid.org/0009-0008-1410-806X>
ostrov.v.f@toxicology.ru

Мастерова Кристина Вячеславовна
<https://orcid.org/0000-0002-5731-8146>
masterova.k.v@toxicology.ru

Башарин Вадим Александрович, д-р мед. наук, профессор
<https://orcid.org/0000-0001-8548-6836>
basharin1@mail.ru

Маркин Илья Владимирович, канд. техн. наук
<https://orcid.org/0009-0006-2874-4177>
ilya.markin.92@bk.ru

Носков Никита Сергеевич
<https://orcid.org/0009-0005-3691-1150>
eraotd6@mail.ru