

ЯДЫ И ПРОТИВОЯДИЯ

Кабилджанова Мубийна Рустамовна

Ученица специализированной школы-интернат для юных биологов и химиков имени Абу Али ибн Сино

Аннотация: Данная статья посвящена изучению ядов и противоядий, представляя обзор современных достижений в этой области. В ней рассматриваются различные типы ядов, их механизмы действия и применение в медицине, промышленности и криминалистике. Особое внимание уделяется исследованиям, направленным на разработку эффективных методов защиты от отравлений, а также созданию противоядий для разнообразных типов ядов, включая яды животного и растительного происхождения, химические и радиоактивные вещества. Статья охватывает актуальные тенденции в области токсикологии и фармакологии, а также выделяет перспективы будущего развития в области создания более эффективных и безопасных противоядий.

Ключевые слова: яды, противоядия, токсикология, механизм действия, медицина, промышленность, криминалистика, защита от отравлений, разработка противоядий, тенденции, фармакология, безопасность.

Яд — вещество, приводящее в определённых дозах, небольших относительно массы тела, к нарушению жизнедеятельности организма: к отравлению, заболеваниям, иным болезненным состояниям и к смертельным исходам. Яды биологического происхождения называются токсинами. Яды биологического происхождения изучает токсинология (может рассматриваться как раздел токсикологии).

Большинство лекарств также являются ядами при передозировке. Отношение

максимальной дозы лекарственного средства, не проявляющей токсичности, к дозе, дающей

нужный эффект, называется **терапевтическим индексом**.

Классификация ядов:

По их действию:

- Гематические яды (Haematotoxis) — яды, затрагивающие кровь.
- Нейротоксичные яды (Neurotoxis) — яды, поражающие нервную систему и мозг.
- Миотоксичные яды (Myotoxis) — яды, повреждающие мышцы.
- Гемотоксины (Haemorrhaginstoxins) — токсины, повреждающие кровеносные сосуды и вызывающие кровотечение.
- Гемолитические токсины (Haemolysinstoxins) — токсины, повреждающие красные кровяные тельца (эритроциты).
- Нефротоксины (Nephrotoxins) — токсины, повреждающие почки.
- Кардиотоксины (Cardiotoxins) — токсины, повреждающие сердце.
- Некротоксины (Necrotoxins) — токсины, неспецифически разрушающие ткани.
- Протоплазматические яды — яды, действующие на уровне клеток.

По происхождению

-**Природные** (токсины) (также подразделяются на белковые (например, рицин) и небелковые (например, батрахотоксин)

-**Бактериотоксины** или бактериальные токсины (например, ботулотоксин (ботокс), тетанотоксин):

-**Экзотоксины** — токсины, секретируемые живой бактериальной клеткой в окружающую среду в процессе жизнедеятельности (например, грамположительные бактерии)

-**Эндотоксины** — токсины, выделяемые бактерией в окружающую среду при гибели (лизисе) бактериальной клетки.

-**Микотоксины** (например, афлатоксины, Т-2, мускарин)

-**Фитотоксины** — яды растительного происхождения, как правило, алкалоидной природы (атропин, никотин и проч.)

-**Яды животных** — членистоногих (пчёл, ос, пауков, скорпионов, сколопендр и пр.), амфибий (саламандр, жаб), моллюсков (осьминогов), змей, медуз, и т. д.

-**Тетродотоксины** - четырехзубообразных (рыб иглобрюх, икре калифорнийского тритона, бычковых рыб, лягушек Антилопы)

-**Яды минерального происхождения** (растворимые минералы мышьяка)

-**Искусственные** (синтетические)

-**Неорганические яды**

-**Органические яды** (иприт, ртутьорганические соединения, кадмийорганические соединения, фосген, зоман, тетраэтилсвинец, ДДТ)

-**Радиоактивные изотопы**, как естественные, так и образующиеся искусственно в ОЯТ или при получении на линейных ускорителях и циклотронах
-**Экотоксиканты** (Экотоксины, например, диоксины).

По степени опасности (ЛД50 при введении в желудок)

1-й класс (чрезвычайно опасные) — менее 15 мг/кг.

2-й класс (высокоопасные) — 15-150 мг/кг.

3-й класс (опасные) — 151-5000 мг/кг.

4-й класс (незначительно опасные) — более 5000 мг/кг.

Противоядие или **антидот** — лекарственное средство, пригодное для лечения отравления каким-либо ядом за счёт специфического взаимодействия с ним или антагонистического действия на поражаемые ядом субстраты организма. Не относят к противоядиям лекарственные средства, неспецифично корригирующие функциональные нарушения, вызванные отравлением.

Выбор антидота определяется типом и характером действия веществ, вызвавших отравление, эффективность применения зависит от того, насколько точно установлено вещество, вызвавшее отравление, а также от того, как быстро оказана помощь. Однако от некоторых ядов противоядия нет.

Топ 10 опасных ядов:

10 место —Таллий

Таллий и его соединения являются высокотоксичными. Класс опасности 1 — особо опасен. Смертельная доза составляет 0,4 г. Попадание таллия на кожные покровы представляет опасность. При плавке металла следует обеспечить достаточную вентиляцию. Многие соединения таллия(I) хорошо растворяются в воде и легко впитываются через кожу. Таллий является канцерогеном для человеческого организма.

Одной из причин высокой токсичности таллия является то, что его одновалентный ион (Tl^+) в водном растворе схож с катионами некоторых щелочных металлов, особенно калия (из-за близкого атомного радиуса), и таким образом попадает в организм через пути калия. Другие химические свойства таллия сильно отличаются от свойств щелочных металлов, например его высокая тяга к лигандам серы. Благодаря этому таллий связывает серу во многих клеточных процессах (например, в осадках цистеина и в ферредоксинах). Таллий использовался (в настоящее время использование во многих странах прекращено) как крысиная и муравьиная отравы.

Признаки отравления: выпадение волос (при малых дозах) повреждение периферических нервов.

Противоядие: берлинская лазурь, калий (на поздних стадиях)

9 место — Тетродотоксин

Тетродотоксин — органическое вещество, сильнейший небелковый яд естественного происхождения, нейропаралитического действия. Большое количество тетродотоксина содержится в рыбах из отряда Четырёхзубообразные (Tetraodontiformes), вследствие гастрономического интереса наиболее известна из них рыба иглобрюх (яд есть в печени, молоках и икре); кроме того, яд содержится в икре калифорнийского тритона (*Taricha torosa*), у ряда бычковых рыб (Gobiidae), в коже и яйцах коста-риканских лягушек рода Ателопы (*Atelopus*), в тканях краба *Atergatis floridus* и других животных. Тетродотоксин могут синтезировать многие бактерии; предполагается, что некоторые или все животные получают его от бактерий-симбионтов, обитающих в кишечнике. Симптомы острого отравления:



Через 10—45 минут появляются зуд губ, языка и других частей тела, отмечаются обильное слюнотечение, тошнота, рвота, понос, боли в животе. Возникают подергивания мышц, потеря чувствительности кожи, затрудняется глотание, развивается афония. Смерть наступает от паралича дыхательных мышц.

Сильный антагонист тетродотоксина - батрахотоксин, превышающий первый по ядовитости примерно в 10 раз.

8 место — Зарин

Зарин — фосфорорганическое отравляющее вещество нервнопаралитического действия. Представляет собой изопропиловый эфир фтор ангидрида метилфосфиновой кислоты, жидкость без цвета и запаха; смешивается во всех отношениях с водой и органическими растворителями.

Зарин смертельно ядовит. Применяется как отравляющее вещество, обладающее нервнопаралитическим действием. Вызывает поражение при любом виде воздействия, особенно быстро — при ингаляции. Первые признаки поражения (миоз и затруднение дыхания) появляются при концентрации зарина в воздухе 0,0005 мг/л (через 2 минуты). Средне смертельная концентрация при действии через органы дыхания в течение 1 минуты — 0,075 мг/л, при действии через кожу — 0,12 мг/л. Полуметальная доза (ЛД50) при контакте с кожей — 24 мг/кг веса, при попадании в организм через рот (перорально) — 0,14 мг/кг веса.

7 место — Ртуть

Отравление ртутью может произойти при контакте с ею в различных формах: металлической, органической (этилртуть), или неорганической (оксид ртути). Все эти формы могут быть опасными для человека.

Симптомы отравления ртутью могут включать:

1. Неврологические симптомы:

- Тревожность и раздражительность.
- Проблемы с сном.
- Тряска и мерцание мышц.
- Потеря памяти и концентрации.

2. Симптомы органов пищеварения:

- Рвота и тошнота.
- Боль в животе.
- Диарея.

3. Другие симптомы:

- Проблемы с дыханием.
- Повышенное давление.
- Проблемы с почками.

В случае подозрения на отравление ртутью, важно как можно быстрее обратиться за медицинской помощью. Лечение может включать в себя удаление источника ртути, поддержание функций органов и назначение хелатирующих препаратов, которые помогают устранить ртуть из организма.

6 место — Рицин

Рицин — белковый яд растительного происхождения (фитотоксин). Рицин чрезвычайно ядовит, особенно в виде аэрозоля: для человека средняя смертельная доза (ЛД₅₀) составляет 0,3 мг/кг перорально. Смерть наступает в пределах до 3—5 суток после интоксикации ЛД от анафилактического шока, полиорганной недостаточности, дыхательной недостаточности. Антидот находится на стадии лабораторных испытаний. Симптоматическое лечение может только снизить вероятность наступления летального исхода.

Рицин представляет собой белый порошок без запаха, хорошо растворимый в воде. Рицин ядовит при просачивании через микротрещины кожи, при попадании на кожу всегда вызывает сильнейшую аллергическую реакцию. Пути отравления — обычно введение в кровь, чуть хуже проникновение через лёгкие (этот способ для ризицина не всегда действенен).

5 место — Мышьяк

Мышьяк и многие его соединения ядовиты и канцерогенны. Не имеет ни вкуса, ни запаха. Смертельная доза мышьяка для человека составляет 50-170 мг (1,4 мг/кг массы тела. При остром отравлении мышьяком наблюдаются рвота, боли в животе, понос, угнетение центральной нервной системы. Сходство

симптомов отравления мышьяком с симптомами холеры длительное время позволяло маскировать использование соединений мышьяка (чаще всего, триоксида мышьяка, т. н. «белого мышьяка») в качестве смертельного яда. Во Франции порошок триоксида мышьяка за высокую эффективность получил обиходное название «наследственный порошок»

Помощь и противоядия при отравлении мышьяком: приём водных растворов тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, промывание желудка, приём молока и творога; специфическое противоядие — унитиол.

4 место — Ботулотоксин

Ботулотоксин — белок-нейротоксин, вырабатываемый бактериями *Clostridium botulinum*. Сильнейший органический яд из известных науке органических токсинов и одно из самых ядовитых веществ в целом. Попадание ботулотоксина в пищеварительную систему организма вызывает тяжёлое токсическое поражение — ботулизм, который в естественных условиях встречается у людей, лошадей, птиц, реже — крупного рогатого скота, пушных зверей.

Ботулотоксин содержится в препаратах, часто используемых в эстетической медицине.

Смерть наступает от гипоксии, вызванной нарушением обменных процессов кислорода, асфиксией дыхательных путей, параличом дыхательной мускулатуры и сердечной мышцы.

3 место — Цианид

Цианиды, то есть синильная кислота и ее соли, — далеко не самые сильные яды в природе. Однако они определенно самые знаменитые и, пожалуй, самые часто используемые в книгах и кино. История цианидов уверенно прослеживается практически от первых дошедших до нас письменных источников. Цианид изначально вызывает одышку, тахикардию и гипертонию. Потеря сознания и судороги могут возникать всего лишь за 30 секунд. Может присутствовать столбнякоподобная симптоматика, в том числе тризм (спазм жевательных мышц), сардоническая гримаса (сардоническая улыбка), и опистотонус (тоническое сокращение мышц шеи).

2 место — Батрахотоксин

Батрахотоксин ($\text{C}_{31}\text{H}_{42}\text{N}_2\text{O}_6$) - органическое вещество, сильнейший яд небелковой природы из группы стероидных алкалоидов. Содержится в кожных железах некоторых видов лягушек-древолазов из рода листолазов (*Phyllobates*); сравнительно недавно вещества из группы батрахотоксинов были обнаружены у птиц Новой Гвинеи: черно-оранжевой питоху из рода дроздовых мухоловок (*Pitohui*) и у синеголовой ифриты (*Ifrita kowaldi*), которые получают этот яд при

поедании жуков *Choresine pulchra*; у самих птиц к этому яду выработался иммунитет.

ЛД₅₀ — 0,002 мг/кг (мышы, подкожно), летальный исход через 8 минут. Смертельная доза для человека составляет всего **2 мкг**.



Попадая в кровь через слизистую оболочку, рану или трещину в коже, яд вызывает аритмию (экстрасистолию), ведущую к остановке сердца, в результате которой наступает летальный исход. Яд настолько силён, что достаточно просто прикоснуться к коже лягушки листолаза, чтобы вызвать смертельное отравление.

Эффективного противоядия не найдено. Сильный антагонист — **тетродотоксин** (примерно в 10 раз уступает батрахотоксину по ядовитости, хотя столь же смертелен).

1 место — Угарный газ

Угарный газ (СО) — это газ без цвета и запаха, который образуется при сжигании различных материалов и может быть токсичным при вдыхании в больших количествах. Отравление угарным газом — очень частое явление. Возможные симптомы — головная боль, тошнота, сонливость и дезориентация.

Угарный газ – это яд быстрого и общетоксического действия. Если его концентрация в воздухе достигает 1,2% и более, то смерть пострадавшего наступает уже через 3 минуты.

При отравлении угарным газом пострадавшего необходимо вынести на свежий воздух, уложить, приподняв ноги, освободить от тесной одежды и дать понюхать нашатырный спирт. Если пострадавший не дышит, надо сделать ему искусственное дыхание, предварительно очистив дыхательные пути.

Вывод:

Тема ядов и противоядий остается крайне актуальной и многогранной, затрагивая различные аспекты науки, медицины, безопасности и криминалистики. История использования ядов отображает сложное взаимодействие медицинских, химических, политических и криминалистических аспектов, создавая непрерывное влияние на различные сферы человеческой деятельности.

Современные исследования в области ядов и противоядий имеют важное значение для обеспечения безопасности в области биологии, медицины, фармакологии, криминалистики, экологии и других областях. С пониманием происхождения и классификации ядов, а также разработкой эффективных

противоядий, можно повысить уровень безопасности и эффективности в различных областях человеческой деятельности.

Одновременно, актуальность темы подчеркивается вызовами современности, такими как биотерроризм, экологические проблемы, а также постоянное развитие новых веществ и технологий. Поэтому дальнейшие исследования и инновации в области ядов и противоядий остаются ключевыми для обеспечения безопасности и здоровья человечества.

Использованная литература:

<https://ru.wikipedia.org>

<https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>

https://www.gov.spb.ru/gov/terr/reg_viborg/news

<https://www.msmanuals.com/ru-ru>

Кирилл Привалов «Яды. Полная история от мышьяка до “новичка”.» АСТ 2021

Нил Брэдбери «Яды. Великолепная история человечества.» ООО «Манн, Иванов и Фербер» 2023

«Яды и противоядия» Горелова Л.Е. 19.12.2002