



# ОТРАВЛЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА РАЗДРАЖАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

**Раздражающим** называется действие химических веществ на окончания чувствительных нервных волокон, разветвляющихся в покровных тканях, сопровождающееся рядом местных и общих рефлекторных реакций и субъективно воспринимаемое как неприятное чувство покалывания, жжения, рези, боли и т. д.

Раздражающее  
действие присуще  
многим веществам.  
Среди них:

- Галогены( хлор, бром)
- Альдегиды (акролеин);
- Кетоны ( ацетон );
- Пары кислот;
- Ангидриды кислот и т.  
д.

# К ОВ раздражающего действия также относятся:

хлорацетофенон (поражает глаза),

адамсит (раздражает дыхательные пути),

Си-Эс (раздражает глаза и дыхательные пути),

Си-Ар (раздражает глаза, дыхательные пути, кожу).

**Хлорацетофенон, фенилхлорметилкетон**,  $20^{\circ}\text{C} = 0,1$  мг/л, температура кипения =  $247^{\circ}\text{C}$ , температура плавления =  $55^{\circ}\text{C}$ , CL = 10 мг мин/л.

**Адамсит, фенарсазинхлорид**,  $20^{\circ}\text{C} = 2 \cdot 10^{-5}$  мг/л, температура кипения =  $410^{\circ}\text{C}$ , температура плавления =  $195^{\circ}\text{C}$ , CL = 15 мг мин/л.

**Си-Эс, 2-хлорбензальмонодинитрил**, температура кипения =  $310^{\circ}\text{C}$ , температура плавления =  $95^{\circ}\text{C}$ , CL = 25 мг мин/л.

**Си-Ар, дибензоксазепин**, температура =  $275^{\circ}\text{C}$ , температура плавления =  $72^{\circ}\text{C}$ , CL = 125 мг мин/л.

Выраженность раздражающего действия в каждом конкретном случае зависит от:

строения  
токсиканта;

его  
количества в  
окружающем  
воздухе;

места  
аппликации.

**Вещества, обладающие высокой избирательностью в действии на чувствительные нервные окончания, разветвляющиеся в покровных тканях, называются раздражающими.**

Поражение ими в реальных условиях, как правило, ограничивается проявлениями исключительно раздражающего действия.

Рассматриваются как временно выводящие из строя живую силу противника, так как среднеэффективная концентрация местного действия этих веществ в тысячи раз меньше среднесмертельной.



На предмет возможности создания новых образцов раздражающих ОБ в разное время изучались следующие классы соединений:

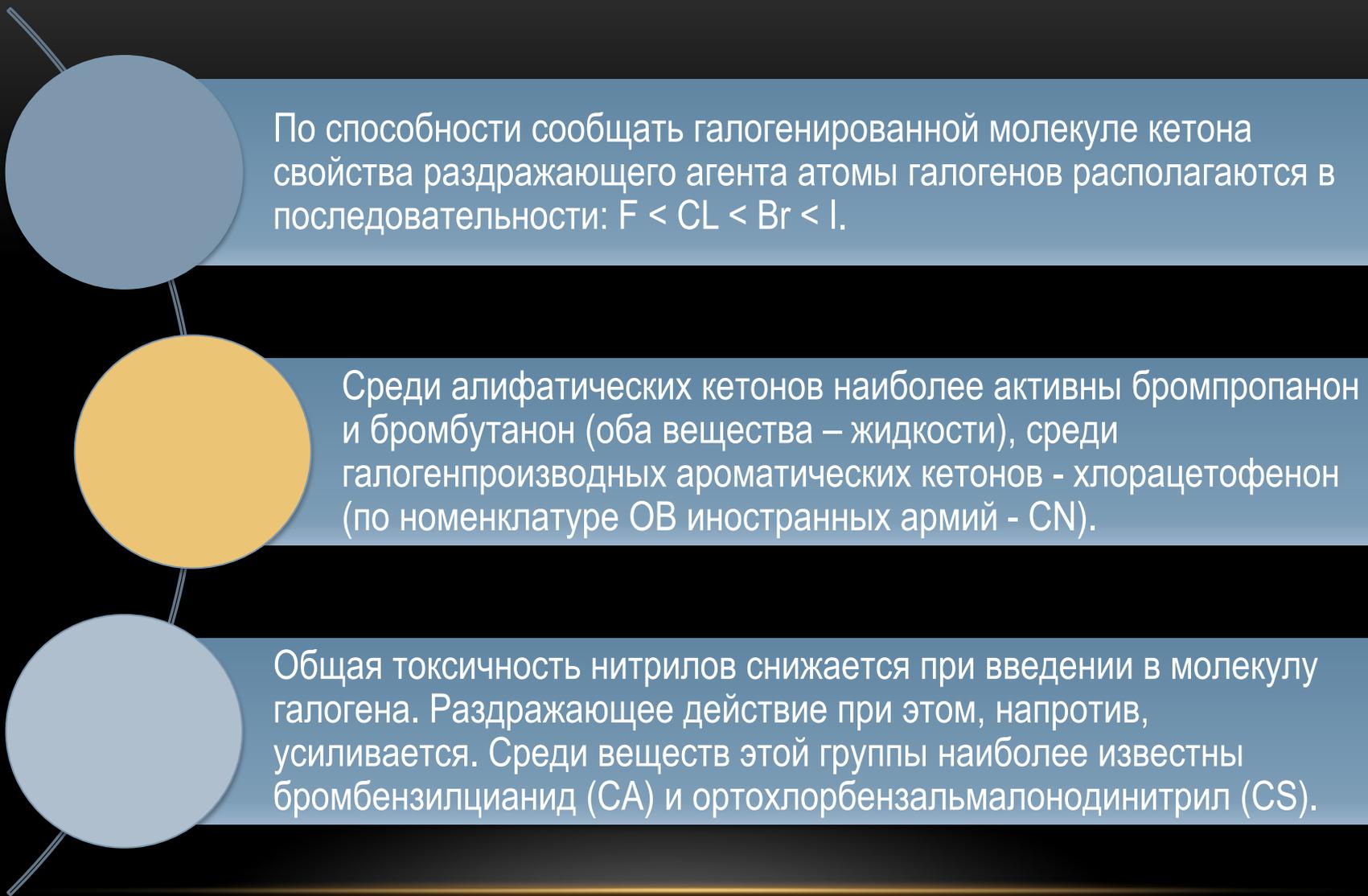
1. Алифатические и ароматические галогенированные кетоны.

2. Производные нитрилов.

3. Ароматические мышьякорганические соединения.

4. Эфиры форбола и дитерпеновые эфиры.

5. Другие ароматические и гетероциклические соединения.

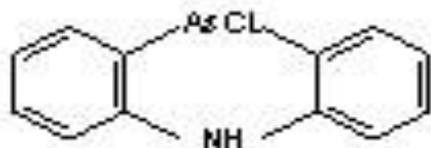


По способности сообщать галогенированной молекуле кетона свойства раздражающего агента атомы галогенов располагаются в последовательности:  $F < Cl < Br < I$ .

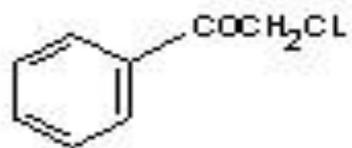
Среди алифатических кетонов наиболее активны бромпропанон и бромбутанон (оба вещества – жидкости), среди галогенпроизводных ароматических кетонов - хлорацетофенон (по номенклатуре ОБ иностранных армий - CN).

Общая токсичность нитрилов снижается при введении в молекулу галогена. Раздражающее действие при этом, напротив, усиливается. Среди веществ этой группы наиболее известны бромбензилцианид (CA) и ортохлорбензальмалодинитрил (CS).

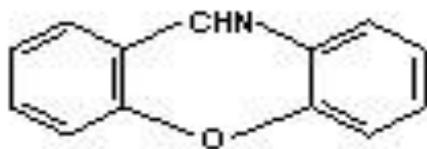
Высокой раздражающей активностью обладают соединения сложного строения, такие как :



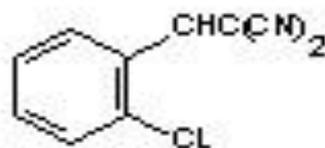
адамсит



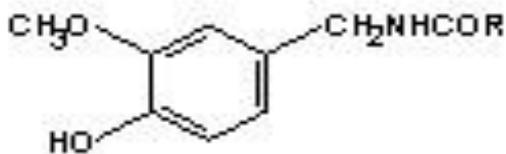
хлорацетофенон



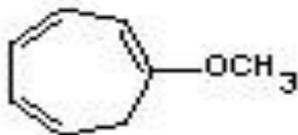
дибензоксазепин (CR)



хлорбензилиден-малонодинитрил (C)



капсаицин



метоксигепта-триен

Раздражающие ОВ используются правоохранительными органами как средства борьбы с нарушителями общественного порядка и подавления террористов и криминальных элементов. В некоторых странах устройства, снаряженные раздражающими веществами, продаются для индивидуального пользования в целях самозащиты. Результаты применения этого оружия порой трудно контролируемы, а формирующиеся эффекты малоопределенны.

Наиболее чувствительными к раздражению являются покровные ткани, в которых плотность нервных окончаний наивысшая, где они более доступны действию химических веществ. Это, прежде всего, конъюнктивa глаз, слизистая дыхательных путей. Покровные ткани в этих областях имеют особенности строения, иннервации и поэтому неодинаково чувствительны к различным веществам.

Некоторые соединения вызывают преимущественное раздражение органа зрения и потому называются слезоточивыми ОВ (лакриматоры), другие – носоглотки и органов дыхания (чихательные ОВ – стерниты). Галогенированные кетоны и нитрилы проявляют свойства лакриматоров, мышьякорганические соединения - стернитов, остальные в равной степени раздражают глаза и дыхательные пути (и даже кожу)

## Физико-химические свойства.

Большинство являются твердыми веществами, не растворяющимися в воде, не летучими при обычной температуре окружающего воздуха. Поэтому их применение в военных целях сопряжено с необходимостью использовать специальные устройства для генерации аэрозолей. При этом создаются условия, обеспечивающие формирование ядовитого облака с диаметром частиц 0,5-2 мкм. Для создания обширных зон (с глубиной заражения до 10 км) применяются ядовито-дымовые шашки.

## Свойства основных ОВ раздражающего действия:

Свойства	Хлорацетофенон (CN)	Хлорбензил иден малонодин итрил (CS)	Адамсит (DM)	Дибензосазепин (CR)
Агрегатное состояние	Твердое	Твердое	Твердое	Твердое
Растворимость в воде	1 10-1 г/м <sup>3</sup>	Отсутствует	5 10-5 г/м <sup>3</sup>	Плохая
Запах	Ароматный	Перечный	Отсутствует	Отсутствует
Поражающая концентрация	15 мг/м <sup>3</sup>	5 мг/м <sup>3</sup>	5 мг/м <sup>3</sup>	0,8 мг/м <sup>3</sup>

Продолжение таблицы:

Непереносимая токсодоза	0,08 г.мин/м3	0,02 г мин/м3	0,015 г мин/м3	0,001 г мин/м3
Смертельная токсодоза	85 г мин/м3	25 г мин/м3	30 г мин/м3	-
Преимущественное действие	Лакриматор	Лакриматор	Стернит	Лакриматор
Действие на кожу	+	++	-	++

# Методы изучения раздражающего действия.

В лабораторных условиях для изучения и оценки раздражающего действия ксенобиотиков на орган зрения используют тест Дрейза (Draize). Эксперимент выполняется на лабораторных животных, предпочтительно кроликах-альбиносах.

Тест состоит во внесении исследуемого вещества в конъюнктивальный мешок глаза нескольким животным. Другой глаз является контрольным объектом. После внесения вещества веки принудительно смыкают на несколько секунд. Испытуемый материал остается в контакте с органом зрения в течение 24 часов. По прошествии этого времени глаз промывают и наблюдают за его состоянием в течение, по крайней мере, 3 суток.

# Токсичность вещества оценивается по:

выраженности  
повреждения  
роговицы (в  
основном -  
помутнение),

радужной  
оболочки  
(изменение  
цвета,  
реакция на  
свет),

конъюнктивы  
(покраснение,  
инъекция  
сосудов),

век (отек).

Проба с флюоресцеином используется для выявления скрытых дефектов эпителия роговицы. Нарушения, вызванные исследуемым веществом, выражают в баллах, что позволяет осуществлять сравнение различных веществ.

# Недостатками метода являются:

необходимость испытывать вещества в объемах и концентрациях, значительно превосходящих действующие на человека в реальных условиях;

высокая степень различий в индивидуальной чувствительности животных к токсикантам;

существенные различия в чувствительности к токсикантам глаза человека и экспериментальных животных.

# ОСНОВНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОРАЖЕНИЯ РАЗДРАЖАЮЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ



Основные проявления поражений человека различными слезоточивыми ОВ (хлорацетофеноном, CS, CR) во многом одинаковы.

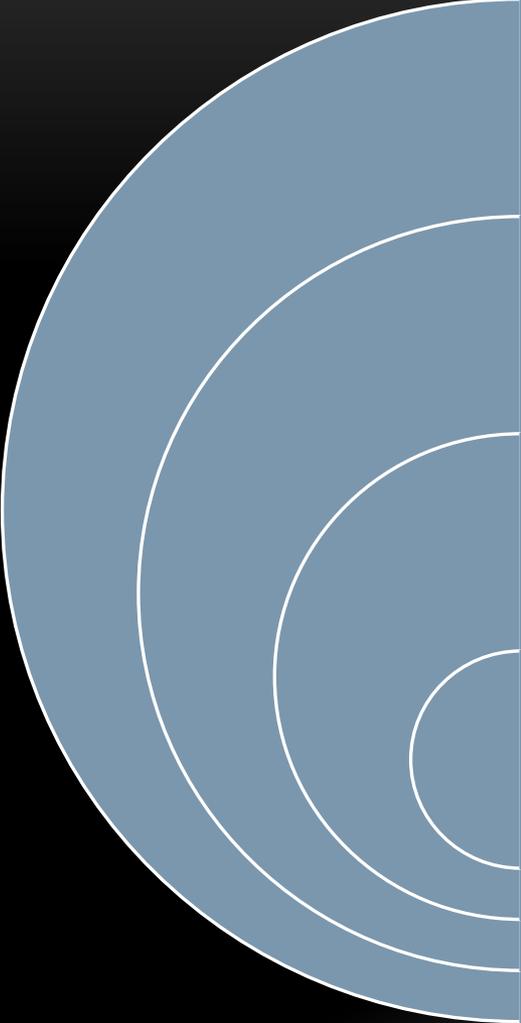
При воздействии на человека аэрозоля **CS** поражение сопровождается умеренно выраженной реакцией органа зрения: ощущением жжения в глазах, иногда чувством боли, блефороспазмом, в 5-10% случаев – светобоязнью.

По выходе из зараженной атмосферы явления раздражения сохраняются в течение 2-4 мин, а затем прекращаются.

При более сильном поражении к описанным выше явлениям присоединяются симптомы раздражения дыхательных путей, ощущение жжения во рту, носоглотке, в груди, ринорея, саливация, диспноэ, кашель.

В более тяжелых случаях присоединяются тошнота, рвота.

В большинстве случаев эти явления стихают в течение 10 мин после выхода из очага. Однако нередко даже кратковременное воздействие сопровождается сильными головными болями, общим недомоганием, которые могут сохраняться в течение нескольких часов.



**CR** в ничтожных количествах вызывает развитие блефароспазма, обильного слюноотечения, сильного болевого синдрома.

Пострадавшие на 15-20 мин утрачивают способность к координированным действиям.

При действии на человека слезоточивых ОВ в очень высоких концентрациях возможно развитие выраженной реакции органа зрения – от отека конъюнктивы до отека роговицы с вовлечением в воспалительный процесс всех ее слоев – эпителия, стромы, эндотелия, в наиболее тяжелых случаях с последующей васкуляризацией и образованием стойкого помутнения.

**CS** и **CR** действуют на кожу.

В легких случаях эффект проявляется формированием транзиторной эритемы в области лица, шеи.

Повышенная влажность и высокая температура окружающего воздуха усиливают проницаемость рогового слоя кожи для **ОВ**, что усиливает поражение кожных покровов.

**CS**, воздействуя в токсодозе более  $14 \text{ г мин/м}^3$ , может вызвать стойкую эритему, буллезное поражение кожи предплечий.

При повторных контактах с **ОВ** возможно развитие аллергической экзематозной реакции.

CR вызывают поражение кожи в концентрациях, в 20 раз меньших, чем CS.

Вскоре по удалении из очага эритема исчезает, но сохраняется повышенная чувствительность пораженного участка к действию неблагоприятных факторов. Контакт с холодной водой провоцирует резко выраженный болевой синдром.

При длительной  
экспозиции  
лакриматоров в  
высокой концентрации  
возможны летальные  
исходы. Причиной  
смерти, как правило,  
является токсический  
отек легких.

При действии **ОВ раздражающих носоглотку**, симптомы поражения наступают позже, чем в случае поражения **ОВ слезоточивого действия**.

Длительность скрытого периода зависит от концентрации **ОВ** и колеблется в интервале от 4 до 30 мин.

При очень высоком содержании мышьякорганических соединений в окружающем воздухе возможно появление симптомов уже через 30 сек.

После удаления пострадавшего из зоны заражения проявления интоксикации продолжают нарастать, достигают максимальной выраженности через 30-60 мин, а в последующие 2-3 ч постепенно стихают. К концу вторых суток наступает полное выздоровление.



При легких поражениях одним из наиболее ранних проявлений раздражающего действия ОВ при ингаляции является изменение частоты дыхания и чувствительности обонятельного анализатора.

Субъективно ощущаются жжение, боль в носу, горле, в области лобных пазух, верхних челюстных костей, головные боли, боли в желудке, тошнота.

Эти ощущения сопровождаются неудержимым приступом чихания, кашлем, обильным истечением слизи из носа, слюноотечением.

Одновременно проявляется действие ОВ на орган зрения, что выражается в слезотечении, светобоязни.

При тяжелом отравлении адамситом явления раздражения слизистых сопровождаются мучительными ощущениями и рвотой. Поражаются глубокие участки дыхательных путей. Субъективно это выражается чувством удушья.

Болевой синдром выражен очень сильно. Боль иррадирует и ощущается в ушах, спине, суставах и мышцах конечностей.

Появляются рвущие, царапающие за грудиные боли.

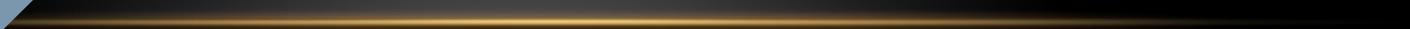
На фоне сильной боли наблюдается психомоторное возбуждение, иногда нарушение функции ЦНС – моторной, психической сферы (подергивание отдельных групп мышц, шаткая походка, слабость в ногах, депрессия, сопорозное состояние).

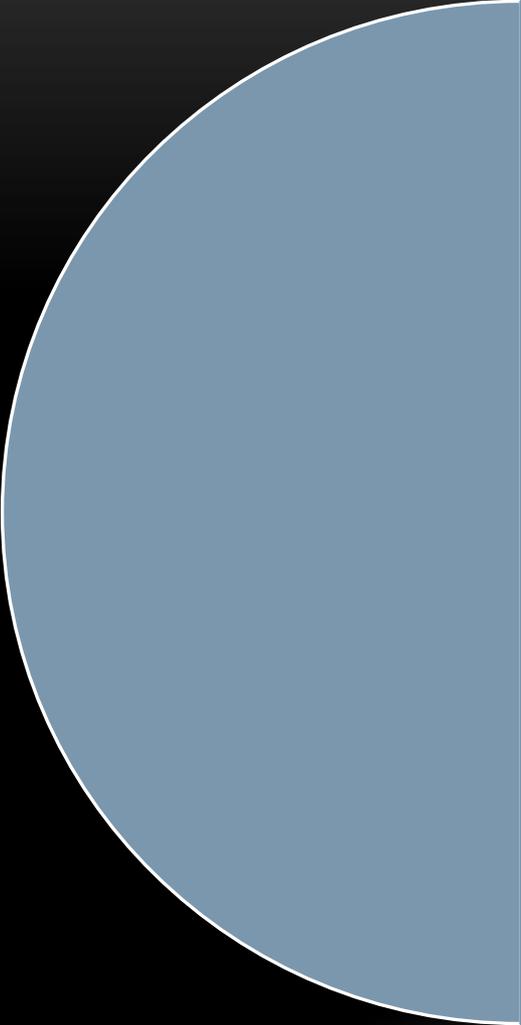


- Сильное раздражение дыхательных путей может привести к выраженному бронхоспазму, остановке дыхания на стадии выдоха, замедлению сердечной деятельности, полной остановке сердца.



- Поражение глубоких отделов дыхательных путей приводит к резкому учащению дыхания с одновременным снижением его амплитуды.





Тягостные, порой  
непереносимые, субъективные  
ощущения, связанные с  
действием раздражающих  
веществ на дыхательные пути,  
объективно выражаются лишь  
в небольшой инъекции сосудов  
слизистой оболочки зева,  
слабой гиперемии гортани и  
полости носа.

В крайне тяжелых случаях  
возможно развитие  
токсического отека легких.  
Прогностическим  
признаком наступления  
этого грозного  
осложнения является не  
стихающая в течение 2 ч  
загрудинная боль.

Повторные воздействия раздражающих веществ сопровождаются резким повышением чувствительности к ним.

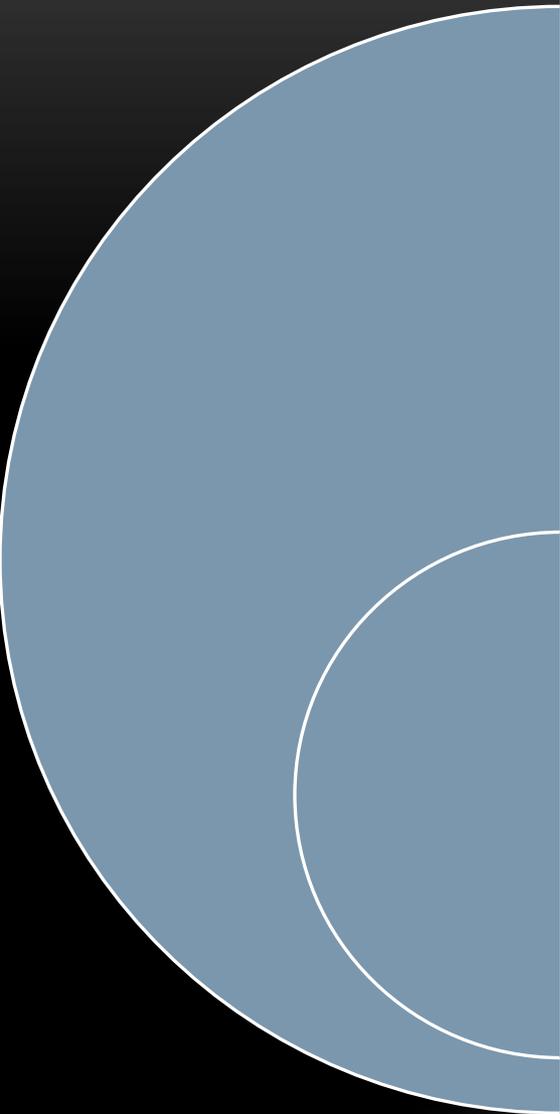
Люди реагируют выраженной реакцией на ничтожные количества веществ в окружающем воздухе.

Очень часто развивается аллергический дерматит.

# Патогенез ТОКСИЧЕСКОГО процесса.

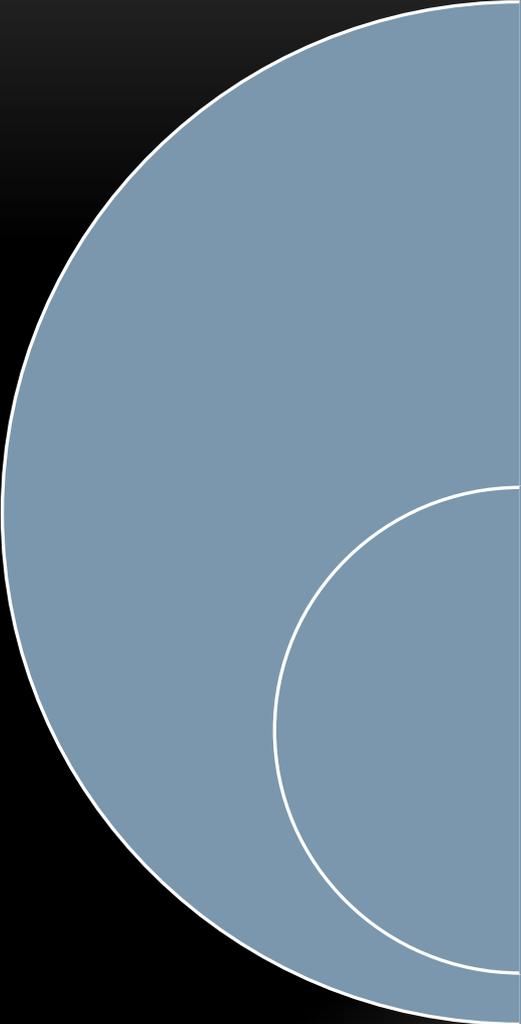


**1. Первичным звеном в цепи событий, развивающихся при действии веществ на орган зрения, носоглотку, дыхательные пути, являются чувствительные нейроны тройничного, блуждающего и языкоглоточного нервов. При контакте ядов с кожными покровами первичным звеном восприятия раздражения является нервные окончания чувствительных нейронов сегментарного аппарата спинного мозга.**



## Первый механизм действия химических веществ на нервные окончания.

Прямое (ингибирование арсинами SH-групп структурных белков и ферментов; действие капсаицина на ионные каналы возбудимой мембраны и т.д.), приводящее к нарушению метаболизма в нервных волокнах и их возбуждению.

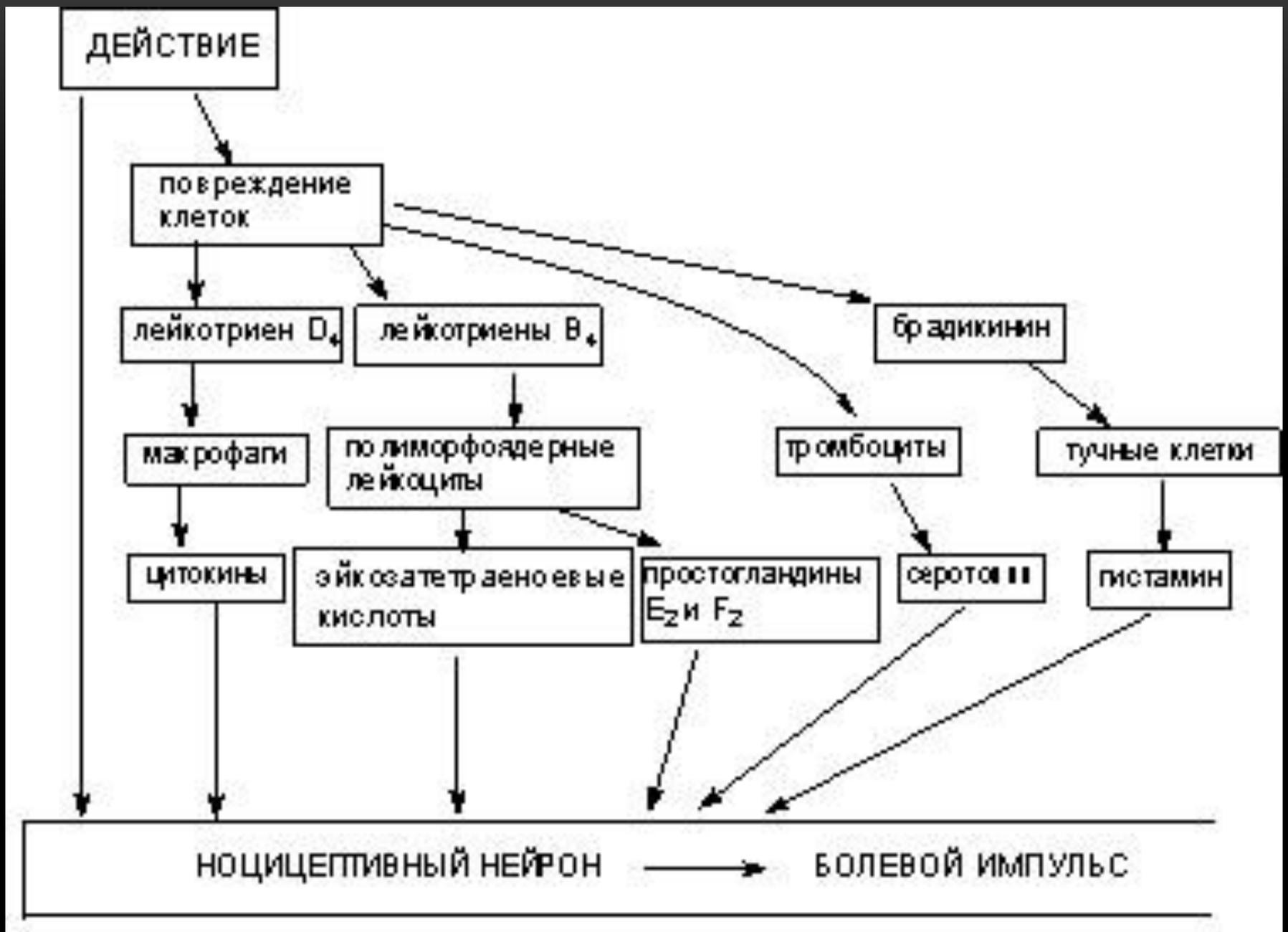


## Второй механизм действия химических веществ на нервные окончания.

Опосредованное, через активацию процессов образования в покровных тканях брадикинина, простагландинов, серотонина и других биологически активных веществ, которые вторично возбуждают окончания ноцицептивных волокон.

## 2. Вторичное звено.

Сигналы, воспринимаемые чувствительными нейронами, передаются на нервные окончания желатинозной субстанции и чувствительные ядра спинного мозга (кожа), ядра тройничного и языкоглоточного нервов (глаза, носоглотка, дыхательные пути).



### 3. Третичное звено.

По нервным связям иррадиируют в вегетативные и двигательные ядра среднего и продолговатого отделов мозга.

Возбуждение последних приводит к замыканию нервных цепей, ответственных за формирование безусловных рефлексов, лежащих в основе клиники поражения раздражающими веществами

- 
- При воздействии в высоких концентрациях и у чувствительных лиц ингаляция раздражающих веществ может приводить к выраженному и стойкому бронхоспазму.
  - Под воздействием раздражающих веществ тучные клетки и лейкоциты высвобождают в легочной ткани гистамин, серотонин, аденозин, факторы агрегации тромбоцитов (ФАТ) и другие биологически активные вещества, вызывающие спазм гладкой мускулатуры бронхов.

В основе двигательных и психических нарушений лежит иррадиация нервного возбуждения из таламуса в структуры экстрапирамидной и лимбической систем при тяжелом поражении раздражающими веществами.

Иррадиация возбуждения в коре приводит к потенцированию всех видов реакций структур головного мозга на поток импульсации, провоцируемой раздражением химическими веществами нервных окончаний.

# ОКАЗАНИЕ ПОМОЩИ. МЕДИЦИНСКАЯ ЗАЩИТА

---

Медицинской защиты при поражении веществами раздражающего действия включает:

❖ Специальные санитарно-гигиенические мероприятия:

- использование индивидуальных технических средств защиты (средства защиты органов дыхания и глаз) в зоне заражения;
- участие медицинской службы в проведении химической разведки в районе расположения войск;
- обучение личного состава правилам поведения на зараженной местности.

Специальные профилактические медицинские мероприятия:

- проведение санитарной обработки пораженных на передовых этапах медицинской эвакуации.

❖ Специальные профилактические медицинские мероприятия:

- проведение санитарной обработки пораженных на передовых этапах медицинской эвакуации.

❖ Специальные лечебные мероприятия:

- применение средств патогенетической и симптоматической терапии состояний, угрожающих здоровью, нарушающих дееспособность, в ходе оказания первой (само-взаимопомощь), доврачебной и первой врачебной (элементы) помощи пострадавшим.

# МЕДИЦИНСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ И ПОРЯДОК ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

---

**Противодымная смесь**-комплекс летучих препаратов (хлороформ, этиловый спирт - по 40 мл; эфир - 20 мл, нашатырный спирт - 5 капель; в запаянных ампулах), обладающих способностью снижать чувствительность окончаний ноцицептивных волокон к раздражающим веществам

При возникновении симптомов поражения в очаге:

- ❖ следует вскрыть ампулу,
- ❖ заложить ее под лицевую часть противогаза.

Вдыхание противодымной смеси облегчает субъективные болезненные ощущения. При сильно выраженных явлениях раздражения можно последовательно использовать несколько ампул.

После выхода из зоны заражения для уменьшения явлений раздражения необходимо промыть глаза и полость рта чистой водой или 2% водным раствором гидрокарбоната натрия.

При стойком болевом синдроме и иных проявлениях раздражающего действия используют другие фармакологические средства.

Возможны 3 основные пути воздействия на патологический процесс:

прерывание ноцицептивной импульсации в любом из звеньев проведения и восприятия нервных сигналов;

активация системы подавления ноцицептивного чувства;

прерывание эфферентной импульсации.

Прервать афферентную ноцицептивную импульсацию удастся с помощью местных анестетиков (закапывание в глаз 1% раствора дикаина, 2% раствора новокаина, смазывание слизистой носоглотки 1% раствором новокаина).

При крайне тяжелых случаях поражения, возможно использование препаратов из группы наркотических анальгетиков - активаторов опиоидных рецепторов мозга (промедол и др.).

При выраженных вегетативных реакциях, являющихся следствием перевозбуждения блуждающего и глазодвигательного нервов (слезотечение, саливация, тошнота, рвота, бронхоррея, стойкая брадикардия и т.д.), применяют средства, прерывающие эфферентную импульсацию (М-холинолитиков), например - закапывание в глаз атропина, введение вещества внутримышечно.

При стойком бронхоспазме с целью оказания первой врачебной помощи возможно назначение и других средств:

$\beta$ 2-адреномиметиков  
(алупент: 0,65 мг  
аэрозоля на  
ингаляцию и др.),

метилксантинов  
(теофиллин: в  
таблетках по 100 -  
200 мг и др.).