



# Военная токсикология. Отравляющие вещества.

Выполнила студентка 2 курса фармацевтического  
факультета 260 группы Буренкова Юлия

Преподаватель: п-к м/с, к.м.н. О.С.Ишутин

**Токсикология** — наука, изучающая закономерности развития и течения патологического процесса отравления, вызванного воздействием ядовитых веществ на организм человека и животного.

- Термин «токсикология» происходит от греческих слов «тохусо» — яд и «logos» — учение, т.е. буквально он означает «учение о ядах».





## Теоретическая (фундаментальная) токсикология

- Разрабатывает модели патологических процессов и состояний, развивающихся в результате воздействия токсикантов.
- Обосновывает методы экстраполяции экспериментальных данных на человека.

### Основные методы:

- Биохимические, морфологические, методы острого и хронического эксперимента, химико-аналитические, методы биометрии и медицинской статистики.

## Профилактическая (гигиеническая) токсикология

- изучает токсичные химические факторы окружающей среды
- обосновывает размеры допустимой «химической нагрузки» на человека
- разрабатывает способы медицинской профилактики токсических воздействия в реальных условиях

## Кроме вышеперечисленных методов используются:

- иммунологические тесты, изучение репродуктивной функции, эпидемиологические методики, методы оценки мута-, канцеро-, тератогенеза, эмбриотоксичности.



# Клиническая токсикология

- Изучает острые и хронические заболевания, вызываемые химическими соединениями, с целью научного обоснования методов диагностики, профилактики и лечения отравлений.

В связи с этим задачи подразделяют на

- диагностические
- Лечебные
- профилактические



## Основной предмет исследований в военной токсикологии

- всестороннее изучение токсичности большого количества веществ, действие которых в военное время и в процессе повседневной деятельности войск может пагубно сказаться на боеспособности воинских коллективов.

## Цель военной токсикологии

- совершенствование системы медицинских мероприятий, средств и методов, обеспечивающих предупреждение или ослабление действия ОВТВ при чрезвычайных ситуациях, а также сохранение жизни, восстановление здоровья и профессиональной работоспособности пораженных военнослужащих.

## Эта цель достигается путем решения следующих задач:

- ▶ изучение токсичности веществ, способных вызвать групповое или массовое поражение военнослужащих при экстремальных ситуациях, механизмов, патогенеза, проявлений токсического процесса, формирующегося при действии ОВТВ;
- ▶ совершенствование методов диагностики химического поражения и оценки функционального состояния лиц, подвергшихся воздействию сверхнормативных доз токсикантов;
- ▶ создание медикаментозных и иных средств профилактики и оказания помощи пораженным ОВТВ, схем их оптимального использования, а также средств и методов предупреждения и минимизации пагубных отдаленных последствий химического воздействия;
- ▶ разработка нормативных и правовых актов, направленных на обеспечение химической безопасности военнослужащих.

Токсикология включают следующие основные разделы:

```
graph TD; A[Токсикология включают следующие основные разделы:] --> B[1. Токсикометрия. Методы оценки токсичности.]; B --> C[2. Токсикокинетика чужеродных соединений (ксенобиотиков).]; C --> D[3. Токсикодинамика чужеродных соединений.]; D --> E[4. Токсикокинетическая и токсикодинамическая характеристики основных групп]; E --> F[5. Основные принципы профилактики интоксикаций.]; F --> G[6. Общая характеристика специфических противоядий (антидоты).]; G --> H[7. Основы общей экотоксикологии.];
```

1. Токсикометрия. Методы оценки токсичности.

2. Токсикокинетика чужеродных соединений (ксенобиотиков).

3. Токсикодинамика чужеродных соединений.

4. Токсикокинетическая и токсикодинамическая характеристики основных групп

5. Основные принципы профилактики интоксикаций.

6. Общая характеристика специфических противоядий (антидоты).

7. Основы общей экотоксикологии.

**Токсикометрию** рассматривают как совокупность методических приемов токсикологии, позволяющих на основе представлений о критериях вредности оценить количественную степень токсичности и опасности химических веществ при различных способах их воздействия на организм.



# К основным параметрам токсикометрии относят:

–  $Lim_{ac}$  (мг/кг), порог однократного (острого) воздействия токсиканта — минимальная пороговая доза, вызывающая изменения основных параметров гомеостаза, выходящих за пределы физиологических адаптационных реакций;

–  $DL_{50}$ ,  $DL_{100}$  (мг/кг) — среднесмертельная (смертельная) доза, вызывающая гибель 50 % (100 %) подопытных животных при определенном способе введения (алиментарном, перкутанном, парентеральном) в течение двух недель;

–  $CL_{50}$ ,  $CL_{100}$  (мг/м<sup>3</sup>) — среднесмертельная (смертельная) концентрация (доза), вызывающая гибель 50 % (100 %) подопытных животных при ингаляционном воздействии;

– ПДК (мг/м<sup>3</sup>), предельно допустимая концентрация вещества — научно обоснованный в ходе специальных исследований критерий гигиенической оценки степени загрязнения воздуха по определенному химическому соединению;

– ОБУВ (мг/м<sup>3</sup>) — ориентировочный безопасный уровень вещества;

Понятие токсичности (ядовитости) означает меру несовместимости токсиканта с жизнью и определяется величиной, обратной DL50 (CL50), т. е.  $1/DL50$  и  $1/CL50$ .

Клинические  
параметры  
токсикометрии

:

условная  
смертельная  
доза (мг/кг)  
—  
минимальная  
доза,  
вызывающая  
смерть  
человека при  
однократном  
воздействии  
данного  
вещества;

пороговая  
концентрация  
яда в крови  
(мг/мл) —  
концентрация  
яда в крови,  
при которой  
обнаруживаю  
тся первые  
симптомы  
отравления;

критическая  
концентрация  
(мг/мл) —  
концентрация  
яда в крови,  
соответствующая  
развернутой  
клинической  
картине  
отравлений;

смертельная  
концентрация  
(мг/мл) —  
концентрация  
яда в крови,  
при которой,  
как правило,  
наступает  
летальный  
исход



Изучение механизмов, лежащих в основе токсического действия различных химических веществ, закономерностей формирования токсического процесса, его проявлений. Эта задача решается с помощью методических приемов, которые разрабатываются и совершенствуются в рамках раздела токсикологии **токсикодинамика.**

Выяснение механизмов проникновения токсикантов в организм, закономерностей их распределения, метаболизма и выведения. Совокупность методических приемов, используемых для решения данной задачи, формируют раздел токсикологии **токсикокинетика.**



Ядом называется вещество, которое при поступлении в организм в минимальных дозах оказывает значительный токсический эффект.

- ▶ Действие ядовитых веществ на организм — механизм, патогенез, клинику — можно изучить только при системном подходе, направленном на выявление качественных и количественных характеристик реакций на всех структурно-метаболических уровнях материальной организации живого организма.

# Действие ядовитых веществ на организм





К числу основных критериев, позволяющих выделить токсиканты, способные при экстремальных ситуациях вызвать массовые поражения людей, относятся:

- ▶ — возможность их применения с военными целями;
- ▶ — высокая токсичность при действии через органы дыхания, неповрежденную кожу и слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта;
- ▶ — физико-химические свойства, способствующие формированию зон химического заражения;
- ▶ — большие запасы веществ на производственных объектах и базах хранения.
- ▶ Вещества, удовлетворяющие этим критериям, могут быть обозначены как **отравляющие и высокотоксичные вещества (ОВТВ)**.

## Классификация факторов, определяющих развитие отравлений

<b>Факторы, относящиеся к токсикантам</b>	
<b>Основные</b>	<b>Дополнительные (конкретная токсикологическая ситуация)</b>
Физико-химические свойства Доза и концентрация в биосредах Характер связи с рецепторами токсичности Особенности распределения в биосредах Степень химической чистоты, наличие и свойства примесей Устойчивость и характер изменений при хранении	Способ, вид и скорость поступления в организм Возможность к кумуляции в организме Возможность развития толерантности к яду Взаимодействие с другими токсикантами и лекарственными формами
<b>Факторы, относящиеся к макроорганизму</b>	
<b>Основные</b>	<b>Дополнительные (конкретная токсикологическая ситуация)</b>
Видовая чувствительность Масса тела, характер питания Физическая нагрузка Пол, возраст Наследственность Индивидуальная толерантность к токсиканту (аллергия, токсикомания) Влияние биоритмов Общее состояние здоровья	Температура и влажность окружающей среды Барометрическое давление Шум, вибрация Ионизирующие излучения и т. д.

# К числу ОВТВ прежде всего относятся:

- ▶ — отравляющие вещества (ОВ) и токсины;
- ▶ — сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ), или, по другой терминологии, токсичные химические вещества (ТХВ), или аварийно-опасные химические вещества (АОХВ), — потенциальные агенты формирования очагов массовых санитарных потерь при техно-генных авариях и катастрофах на промышленных объектах;
- ▶ — пестициды и фитотоксиканты боевого применения;
- ▶ — диверсионные яды;
- ▶ — высокотоксичные вещества (ВТВ), действующие при применении современных образцов вооружений (угарный газ, пороховые газы и т.д.).



## Токсикологическая характеристика ядов

Группа токсикантов	Общий характер токсического воздействия	Характерные представители химических веществ
ОВ нервно-паралитического действия	Бронхоспазм, удушье, судороги, параличи	Фосфорорганические соединения (дихлофос, карбофос), БОВ (зарин, зоман, Vx-газы)
ОВ кожно-нарывного действия	Местные воспалительные и некротические изменения в сочетании с общетоксическими резорбтивными изменениями	Дихлорэтан, уксусная эссенция, мышьяк и его соединения, ртуть (сулема), БОВ (иприты, люизит)
ОВ общедовитого действия	Гипоксические судороги, кома, отек головного мозга, параличи	Синильная кислота и ее производные, алкоголь и его суррогаты, угарный газ, БОВ (хлорциан)
ОВ удушающего действия	Токсический отек легких	Окислы азота, БОВ (фосген, дифосген)
ОВ слезоточивого действия (лакриматоры)	Раздражение наружных слизистых оболочек	хлорацетофенон, хлорпикрин, бромбензилцианид
ОВ раздражающего действия (стерниты)	Раздражение наружных слизистых оболочек	дифенилхлорарсин, адамсит, дифенилцианарсин, пары крепких кислот и щелочей
ОВ психотомиметического действия (психодислептики)	Угнетение или активация (в зависимости от свойств) процессов, лежащих в основе высшей нервной деятельности	Псилоцибин, мескалин, атропин, БОВ (ДЛК, ВZ), наркотические средства (кокаин, опиум)



ОВ классифицируются в соответствии с основным действием на организм и последствиями, к которым это действие приводит. Так, различают ОВ:

### 1. Смертельного действия:

- — нервно-паралитические (зарин, зоман, V-газы);
- — кожно-нарывные (иприт, люизит);
- — удушающие (фосген, дифосген);
- — общеядовитые (синильная кислота, хлорциан).

### 2. Несмертельного действия:

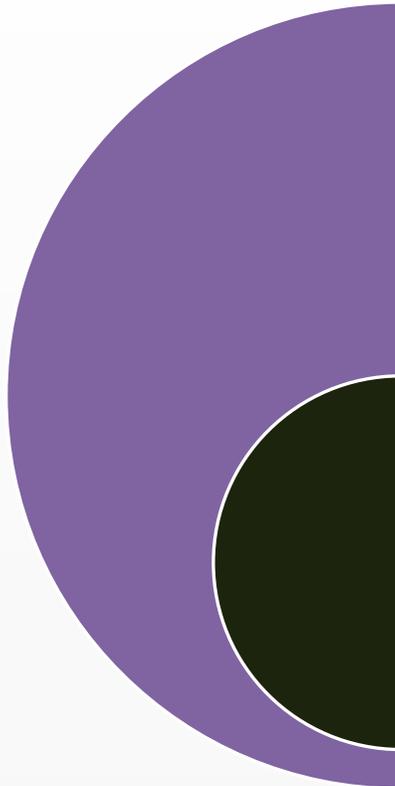
- — психохимические (психодислептики) (BZ);
- — раздражающие (CN, DM, CS, CR).

### Классификация ядов по «избирательной токсичности»

Группа токсинов	Характер «избирательной токсичности»	Представители
Кардиотоксины	Нарушение ритма и проводимости сердца, токсическая дистрофия миокарда	Сердечные гликозиды (дигиталис, дигоксин), трициклические антидепрессанты (амитриптилин), растительные яды (аконит, хинин), животные яды (тетродотоксин), соли бария, калия
Нейротоксины	Нарушение психической активности, токсическая кома, токсические гиперкинезы, параличи	Психофармакологические средства (наркотические анальгетики, транквилизаторы, седативные и т. д.), ФОС, СО, алкоголь и его суррогаты, производные изониазида
Гепатотоксины	Токсическая гепатопатия	Хлорированные углеводороды (дихлорэтан), ядовитые грибы (бледная поганка), фенолы и альдегиды
Нефротоксины	Токсическая нефропатия	Соли тяжелых металлов, этиленгликоль, щавелевая кислота
Гемотоксины	Гемолиз, метгемоглобинемия, карбоксигемоглобинемия	Анилин и его производные, нитриты, СО
Гастроэнтеротоксины	Токсический гастроэнтерит	Концентрированные кислоты и щелочи, соединения тяжелых металлов и мышьяка



По скорости развития поражающего действия  
в группе ОВ различают:

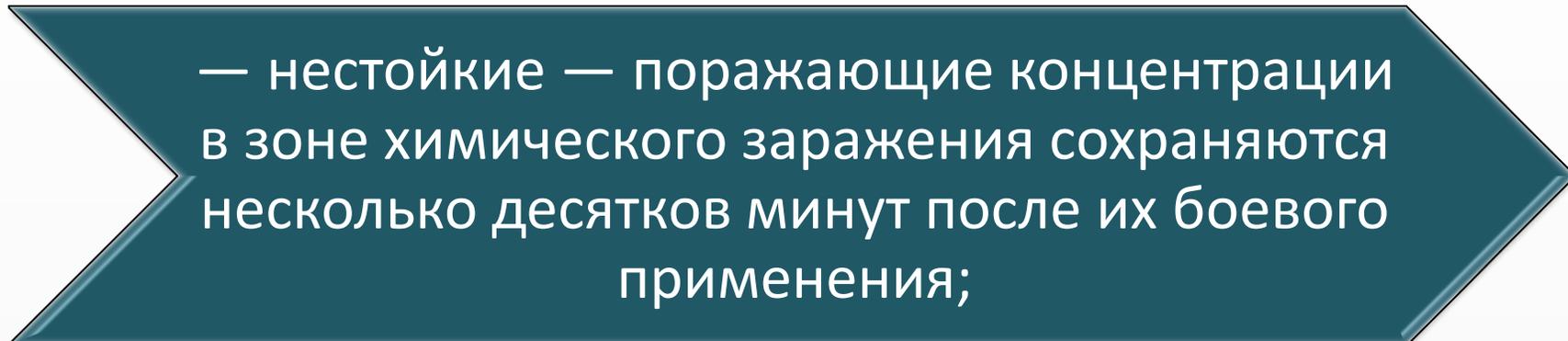


— быстродействующие (поражение характеризуется минимальным скрытым периодом — минуты): зарин, люизит, синильная кислота, CN, DM, CS, CR;

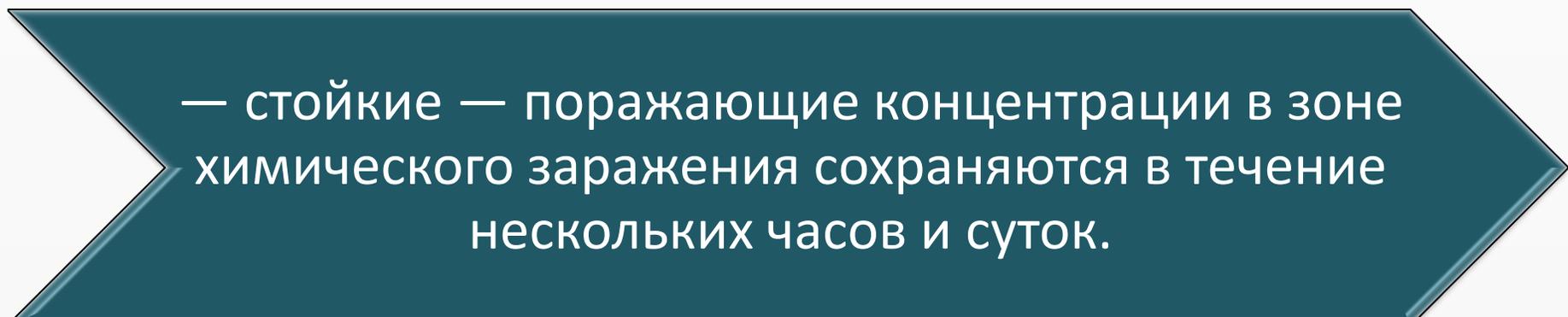
— медленнодействующие (поражение характеризуется длительным скрытым периодом — часы): VX, иприт, фосген



В зависимости от продолжительности заражения территории и войск после воздействия отравляющие вещества подразделяются на:



— нестойкие — поражающие концентрации в зоне химического заражения сохраняются несколько десятков минут после их боевого применения;



— стойкие — поражающие концентрации в зоне химического заражения сохраняются в течение нескольких часов и суток.



**Боевое состояние ОВ** — такое состояние вещества, в котором оно применяется на поле боя с целью достижения максимального эффекта в поражении живой силы.

- ▶ Виды боевого состояния ОВ: пар, аэрозоль, капли.
- ▶ Количественной характеристикой заражения воздуха парами и тонкодисперсными аэрозолями является массовая концентрация  $C$  — количество ОВ в единице объема зараженного воздуха ( $\text{г/м}^3$ ,  $\text{мг/л}$ ).
- ▶ Количественной характеристикой степени заражения различных поверхностей является плотность заражения  $Q_m$  — количество ОВ, находящееся на единице площади заражения поверхности ( $\text{г/м}^2$ ).
- ▶ Количественной характеристикой заражения водоисточников является концентрация ОВ, содержащаяся в единице объема воды ( $\text{г/м}^3$ ).

- 
- **Токсинами** называют химические вещества белковой природы растительного, животного или микробного происхождения, обладающие высокой токсичностью и способные при их применении оказывать поражающее действие на организм человека и животных.
  - Чрезвычайная токсичность наряду с трудностью идентификации обуславливает высокую вероятность использования представителей вышеуказанной группы веществ в качестве действующего начала химического оружия.
  - **Пестициды** — вещества, предназначенные для борьбы с вредителями в целях повышения урожайности и сохранения материальных ценностей, созданных человеком.
  - Массовое поражение людей возможно при авариях на объектах производства и хранения веществ, при их транспортировке, а также использовании в военных целях.

- 
- **Фитотоксиканты** (от греч. phyton — растение и toxikon — яд) — токсичные химические вещества (рецептуры), предназначенные для поражения различных видов растительности.
  - В качестве табельных фитотоксикантов на вооружении блока НАТО состоят три основные рецептуры: «Оранжевая» (Orange), «Белая» (White) и «Синяя» (Blue).
  - **Гербициды** — это вещества, предназначенные для борьбы с растениями, в частности, сорными травами.
  - Динитрофенол, динитроортокрезол, пентахлорфенол используются как контактные гербициды.
  - **Диверсионные яды** — это вещества, которые могут быть использованы для заражения продовольствия, воды, обмундирования, других предметов снабжения и т. д. Т

- 
- ▶ **СДЯВ** — любое вещество, используемое в качестве сырья, исходного компонента синтеза, являющееся конечным продуктом производства или его отходом, обладающее высокой токсичностью, способное формировать достаточно устойчивые зоны химического заражения и находящееся на промышленном объекте в количестве нескольких десятков/сотен тонн (при авариях и катастрофах может стать причиной поражения людей).
  - ▶ Исходя из основных критериев, определяющих опасность СДЯВ (токсичность, способность формировать зону заражения, объем производства), к числу веществ, заслуживающих наибольшего внимания, относятся: хлор, аммиак, оксиды серы и азота, нитрилы и изоцианаты, гидразин и его производные, некоторые металлоорганические соединения и др.

**Химическое оружие** — это высоко токсические вещества в отдельности или в совокупности, а также боеприпасы, содержащие их, или устройства, применяемые для их распространения, специально предназначенные приводить в малых дозах к поражениям людей, вызывая летальный исход, временную нетрудоспособность или причинить постоянный вред человеку, животным, растениям и технике за счет химического воздействия.





Применение противником химического оружия приведет к созданию **очагов химического поражения (ОХП)**.

- Под ОХП понимается воздушное пространство и территория с находившимися на ней войсками, боевой техникой, транспортом и др. объектами, подвергшимися воздействию химического оружия, в результате которого возникли или могут возникать поражения людей и животных.
- Размеры и характер очагов химического поражения зависят от физико-химических и токсических свойств ОВ, средств и способов их применения, метеорологических условий, рельефа местности и т.д.

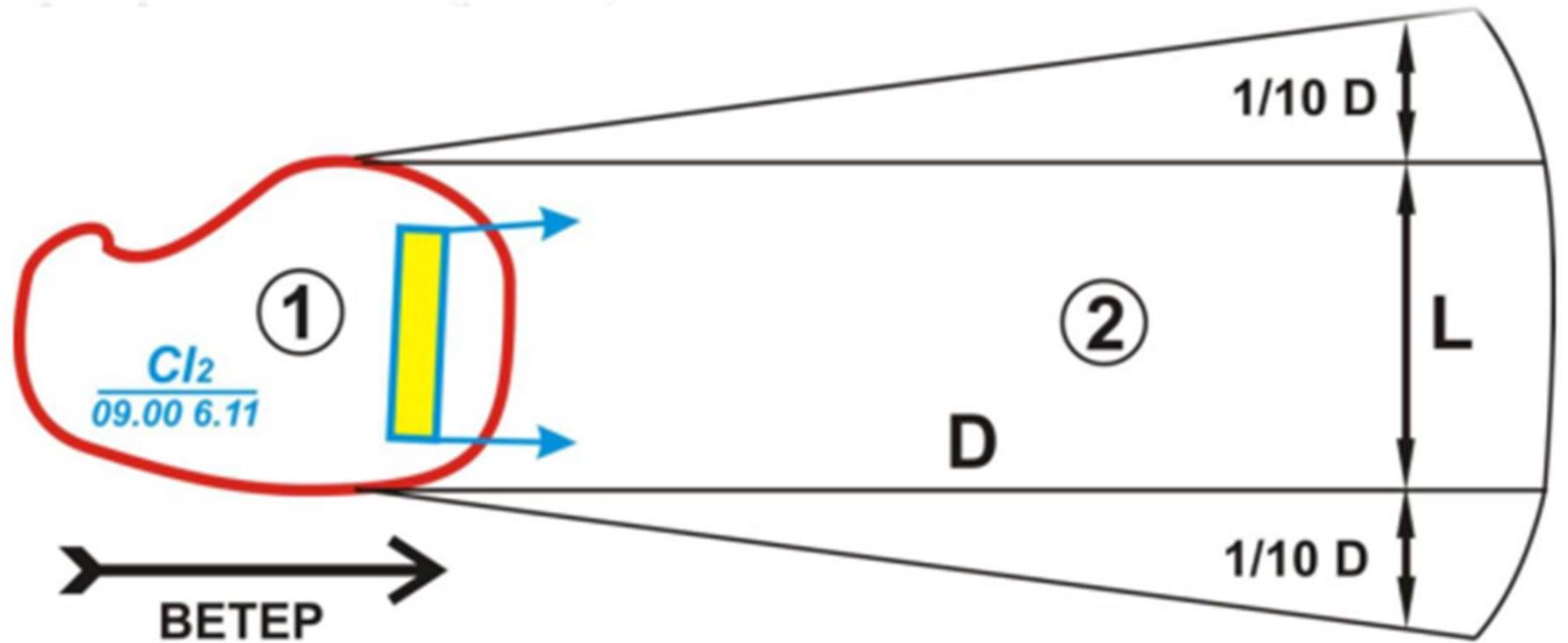


Рис. 20. Схема очага химического заражения:

1 — зона непосредственного заражения; 2 — зона распространения зараженного облака; L — ширина зоны; D — длина зоны

## Различают 4 вида очагов:

— очаг поражения быстродействующими стойкими ОВ, образующийся при применении ОВ нервно-паралитического действия (зарина, зомана и VX-газов в аэрозольном состоянии), а также ОВ раздражающего действия;

— очаг поражения медленнодействующими стойкими ОВ, образующийся при применении ипритов и VX-газов при поступлении их через кожные покровы;

— очаг поражения быстродействующими нестойкими ОВ, создающийся при применении синильной кислоты;

— очаг поражения медленнодействующими нестойкими ОВ, образующийся при применении фосгена (дифосгена).

## Медико-тактическая классификация очагов применения боевых отравляющих веществ

Тип химического очага	Вид ОВ и его боевое состояние	Путь поступления ОВ в организм	Продолжительность формирования санитарных потерь в очаге	Вероятный срок гибели пораженных при отравлении смертельной дозой ОВ*	Время, в течение которого сохраняется опасность поражения личного состава в очаге
Очаг поражения стойкими быстродействующими ОВ	Зарин, зоман, VX-газы, CS	Ингаляционно	5 – 15 мин	5 – 30 мин	Часы, сутки
	Зарин, зоман, люизит	Через кожу	20 – 40 мин	30 – 60 мин	Часы, сутки
Очаг поражения нестойкими быстродействующими ОВ	Синильная кислота, хлорциан	Ингаляционно	1 – 5 мин	5 – 60 мин	Меньше часа
	Хлорацетофенон	Ингаляционно	1 – 30 мин	5 – 60 мин	Меньше часа
Очаг поражения стойкими ОВ замедленного действия	VX-газы, иприт	Через кожу	1 – 3 часа	30 – 60 мин (V-газы) 12 – 48 часов (иприт)	Часы, сутки
Очаг поражения нестойкими ОВ замедленного действия	BZ, фосген, дифосген	Ингаляционно	1 – 6 часов	1 – 2 суток	Меньше часа

\* — с момента возникновения клиники при отсутствии эффективной помощи

## Для очагов быстродействующих ОВ характерны:

— одновременность поражения значительного числа военнослужащих;

— вероятность частичного выхода из строя (поражения) медицинского состава воинской части, подразделения;

— возникновение значительного числа тяжелораненых, продолжительность жизни которых, при отсутствии своевременной эффективной помощи, не превышает 1 часа с момента возникновения клиники отравления;

— отсутствие резерва времени у медицинской службы для существенного изменения ранее принятой схемы организации работ по ликвидации очага;

— необходимость оказания медицинской помощи в очаге и на этапах медицинской эвакуации в установленные оптимальные сроки и эвакуация раненых и пораженных из очага преимущественно в один рейс.

- Быстрое течение интоксикации, преобладание тяжелых форм (до 60—70%), ограниченные сроки оказания первой врачебной и квалифицированной медицинской помощи требуют срочной эвакуации пораженных из очага.



С учетом предполагаемой степени тяжести состояния пораженного, а также с учетом выраженности имеющихся синдромов (токсиндромов), различают следующие направления медицинской сортировки при возникновении химической аварии:

**1. Группа А (60 %):** пораженные, нуждающиеся в оказании медицинской помощи в амбулаторных условиях (с признаками химического стресса, неосложненного токсического катара верхних дыхательных путей, токсического конъюнктивита).

**2. Группа Б (10 %):** пораженные, нуждающиеся в оказании медицинской помощи в стационарных условиях (с признаками химического дистресса, осложненного токсического катара верхних и нижних дыхательных путей и др.).



**3. Группа В (25 %):** пораженные, нуждающиеся в интенсивной терапии (экзотоксический шок, токсикогенный коллапс с признаками интоксикации тяжелой степени).

**4. Группа Г (5 %):** пораженные, нуждающиеся в интенсивной терапии и реанимации (экзотоксический шок II–III ст., терминальные состояния, при крайне тяжелых интоксикациях).

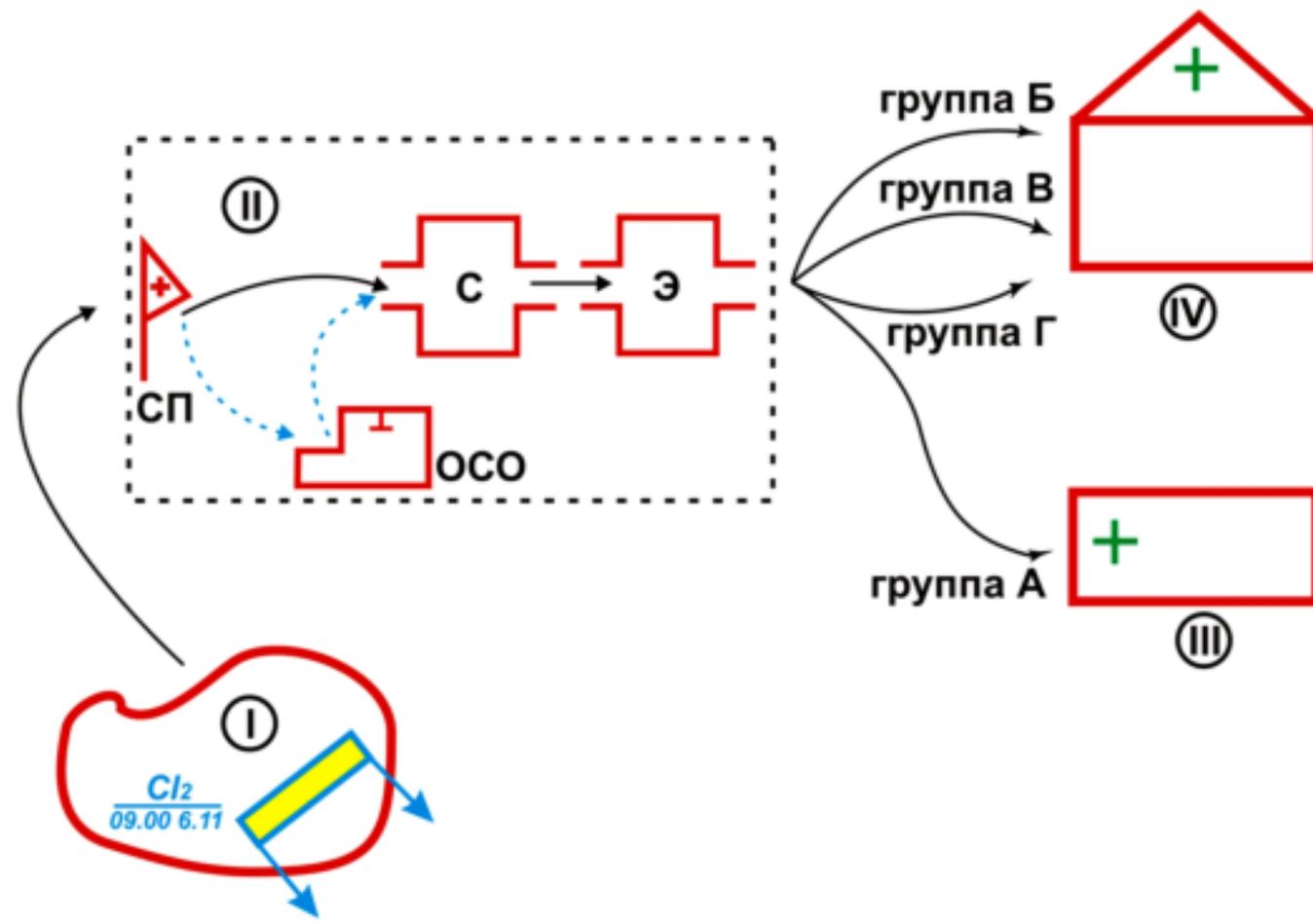
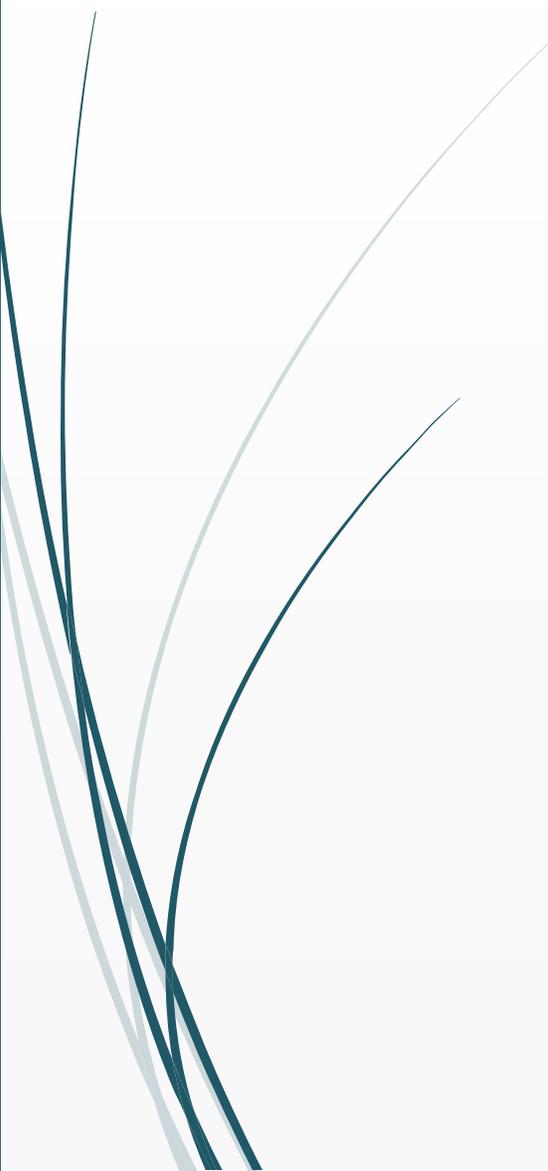


Рис. 21. Вариант медицинской сортировки пораженных, поступивших из очага химического (полихимического) заражения (по А. Е. Сосюкину и соавт., с изм.):

*I* — очаг химического заражения; *II* — этап медицинской эвакуации для оказания догоспитальной медицинской помощи; *III* — амбулаторно-поликлиническая организация здравоохранения; *IV* — госпитальный этап оказания токсикологической помощи; СП — сортировочный пост; ОСО — отделение специальной обработки; С — сортировочное отделение; Э — эвакуационное

отделение



Спасибо за внимание!