



Самарский областной центр медицины катастроф
Samara regional center for disaster medicine



**Первая помощь при электротравме и
при утоплении**



План лекции

1. Оказание первой помощи при электротравме.
2. Оказание первой помощи при утоплении.



1. Оказание первой помощи при электротравме.



Электротравма, или поражение электрическим током,
означает одномоментное, внезапное воздействие на организм электрического тока, вызывающего в тканях и органах анатомо-функциональные нарушения, которые сопровождаются местной и общей реакцией организма.



Эпидемиология

Ежегодно от поражения электрическим током в мире погибает до 25 тысяч человек в год, в России около 1700, в Москве 30-50 человек.

Электротравма – не часто встречающееся повреждение, составляет не более 1-2,5% от общего количества травм. Однако по количеству летальных исходов занимает одно из лидирующих мест в структуре смертности, связанной с воздействием внешних факторов.

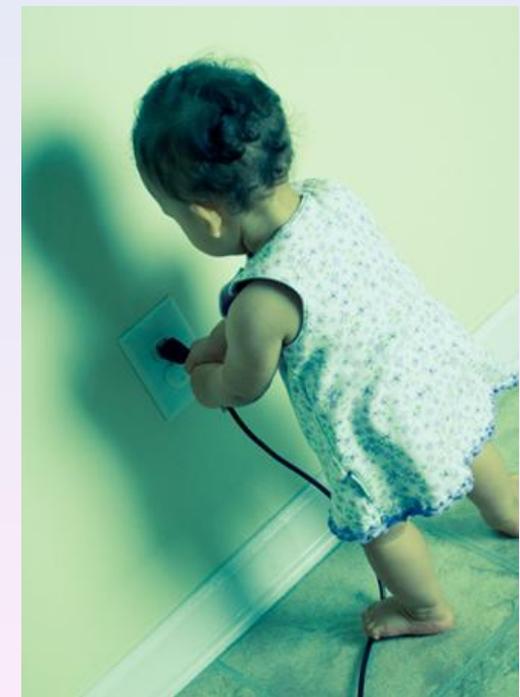
В подавляющем проценте случаев смертельные исходы при поражении электричеством связаны с «несчастливым случаем на производстве», что придает этой проблеме важную социальную значимость. На производстве из-за несоблюдения правил техники безопасности происходит 75% электропоражений.

По отношению к общему травматизму электротравма занимает незначительное место. В то же время смертность от поражений электрическим током составляет 9-10% от всех травм и в 10-15 раз превышает смертность от других травм.



Основные причины воздействия тока на человека

- Случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям;
- появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции или ошибочных действий персонала;
- шаговое напряжение на поверхности земли в результате замыкания провода на землю;
- появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки;
- воздействие атмосферного электричества, грозových разрядов.
- У детей – любопытство, шалости





Поражающее действие ЭТ зависит от

- Физических характеристик тока
- Условий контакта
- Особенности организма

$$I = \frac{U}{R}$$



Физические характеристики тока

- Сила тока
- Напряжение
- Тип тока – постоянный или переменный
- Частота



Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током

1. Сила тока, протекающего через тело человека - главный фактор: чем больше сила тока, тем опаснее последствия.

$$I = U/R_{\Sigma}$$

$$R_{\text{внутр}} = 300-500 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{ч}} = R_{\text{внутр}} + R_{\text{кожи}}$$

$$R_{\text{кожи}} = \text{до } 100 \text{ кОм}$$

$$R_{\text{расч}} = 1000 \text{ Ом}$$



Пороговые значения тока

| | ~ 50 Гц | постоянный |
|-----------------|----------------|-------------------|
| Ощутимый ток | 0,6-1,5 мА | 5-7 мА |
| Неотпускающий | 10-15 мА | 50-70 мА |
| Фибрилляционный | 100 мА | 300 мА |



Напряжение

Напряжение тока измеряется вольтами (В). В осветительной сети оно равняется 120 или 220В (230 В) в трамвайной сети – до 500-600В, на железных дорогах – 1500-3000В; в проводах, передающих электроэнергию с места ее выработки, напряжение достигает десятков тысяч вольт. Чаще тяжелые и смертельные поражения электрическим током возникают при напряжении 380В, однако и при напряжении 127-220В человек так же может погибнуть. Принято считать, что токи в 250В и меньше относят к токам низкого напряжения, а свыше 250В – к токам высокого напряжения. При повышении напряжения увеличивается повреждающее действие электротока. Но при увеличении напряжения более чем 1000В, происходит мгновенная гибель кожных рецепторов (так называемых «подэлектронных» рецепторов кожи), что является препятствием в развитии электрошока. Возможное появление в месте контакта с токоведущим проводником при таких условиях ожогового струпа закончится прерыванием похождения тока за счет увеличения сопротивления ткани.



С учетом напряжения тока выделяют следующие повреждающие величины:

- молния напряжение в миллионах вольт;
- высоковольтные линии электропередач в десятках и сотнях тысяч вольт,
- промышленное напряжение 375-380 В;
- бытовое 110-220 В.

Опасным для жизни является:

- напряжение свыше 50 В, а при неблагоприятных условиях – 12 В (влажность и т.п.);
- сила тока 0,05А (50 мА)



Постоянный или переменный ток Особенности поражающего действия

- U 110-240В

Переменный ток более опасен

- U 500В

Опасность постоянного и переменного тока одинакова

- U более 500В

Наиболее опасен постоянный ток



Воздействие тока на организм

| мА | Симптомы при захвате оголенного проводника рукой |
|-----------|--|
| 3–5 | Раздражающее действие тока ощущается всей кистью |
| 8–10 | Боль резко усиливается, охватывает всю руку. Непроизвольное сокращение мышц |
| 10–15 | Боль едва переносима. Невозможно разжать руку (неотпускающий ток) |
| 25–50 | Мощное сокращение дыхательных мышц, затруднение и прекращение дыхания, клиническая смерть |
| 50-200 | Возможна остановка сердца |
| более 200 | Остановка сердца и дыхания |



Воздействие тока на организм

Симптомы при захвате оголенного проводника рукой

мА

3–5

8–10

10–15

25–50

50-200

более 200

Зависимость физиологических явлений от силы тока (по А.Д. Каплану)

| Сила тока (мА) | Физиологические явления |
|----------------|---|
| 0-0,9 | Ток не ощущается |
| 0,9-3,5 | Ток ощущается, но без болезненных явлений |
| 3,5-4,5 | Первые болевые ощущения у непривычных: легкие судорожные рефлекторные сокращения мускулов пальцев рук |
| 5-7 | Боль в руках у всех испытуемых, легкие судороги в верхней части руки |
| 8-10 | Болезненные судорожные сокращения во всей руке; оцепенение руки |
| 10-12 | Судорожные сокращения мускулов распространяются до плеча; сильная боль. прикосновение к электродам можно выносить до 30 с |
| 13-14 | Самостоятельное разжатие руки и освобождение электрода возможно с трудом. Прикосновение можно переносить не более 15 с |
| 15 | Разжатие руки и освобождение электрода невозможно |



Продолжительность действия тока на организм

На исход электротравмы особое влияние оказывает продолжительность контакта тела с источником тока. Чем длительнее время действия тока на организм, тем большее количество электрического тока проходит через него и, соответственно, выше вероятность смертельного исхода. При действии на человека электрического тока напряжением 1000В в течение 0,02с в организме происходят незначительные функциональные изменения, а при действии того же тока в течении 1с наступает смерть. При действии тока высокого напряжения пострадавший может быть мгновенно отброшен за счет резкого сокращения мышц. А при более низком напряжении может произойти длительный захват проводника руками из-за спазма мышц. Чем длительнее контакт, тем больше увеличивается вероятность совпадения прохождения тока через сердце с моментом фазы Т сердечного цикла, когда заканчивается сокращение желудочков и возможность развития фибрилляции резко повышается.



Условия контакта с электрическим током

- Непосредственный контакт с проводником электрического тока
- Бесконтактно через дуговой контакт
- От «шагового напряжения»





Площадь соприкосновения с источником тока и плотность контакта

Чем меньше площадь соприкосновения источника тока с кожей человека, тем большее сопротивление встречает ток в месте входа в организм и тем больше энергии теряется на этом участке. Чем площадь электродов в момент поражения больше, тем действие тока на организм сильнее. Однако и при точечных соприкосновениях роговой слой легко пробивается, сопротивление кожи резко падает, что приводит к тяжелым последствиям.

Плотность контакта с кожей или давление с которым электрод прижимается к коже так же влияют на проводимость какого-либо пластинчатого электрода.

«Петля тока»

Пути прохождения электрического тока по организму



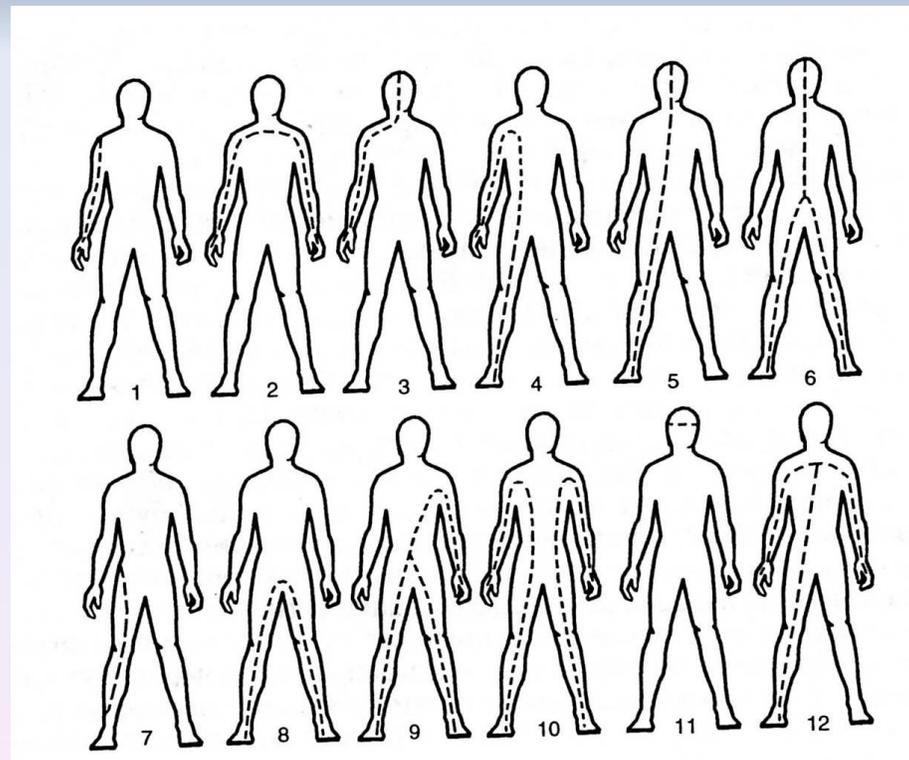
Верхняя петля
прохождения тока



Нижняя петля
прохождения тока



Полная (W-образная)
петля прохождения тока



Главный проводник тока-мышечные ткани с капиллярной сетью. Опасна «петля тока», проходящая через жизненноважные органы.



Поражение от действия шагового напряжения

Поражение происходит при касании человека двух точек земли, имеющих разные потенциалы

ШН – разность потенциалов, находящихся на расстоянии длины одного шага (≈ 70 см)

Поражающее действие тока зависит от

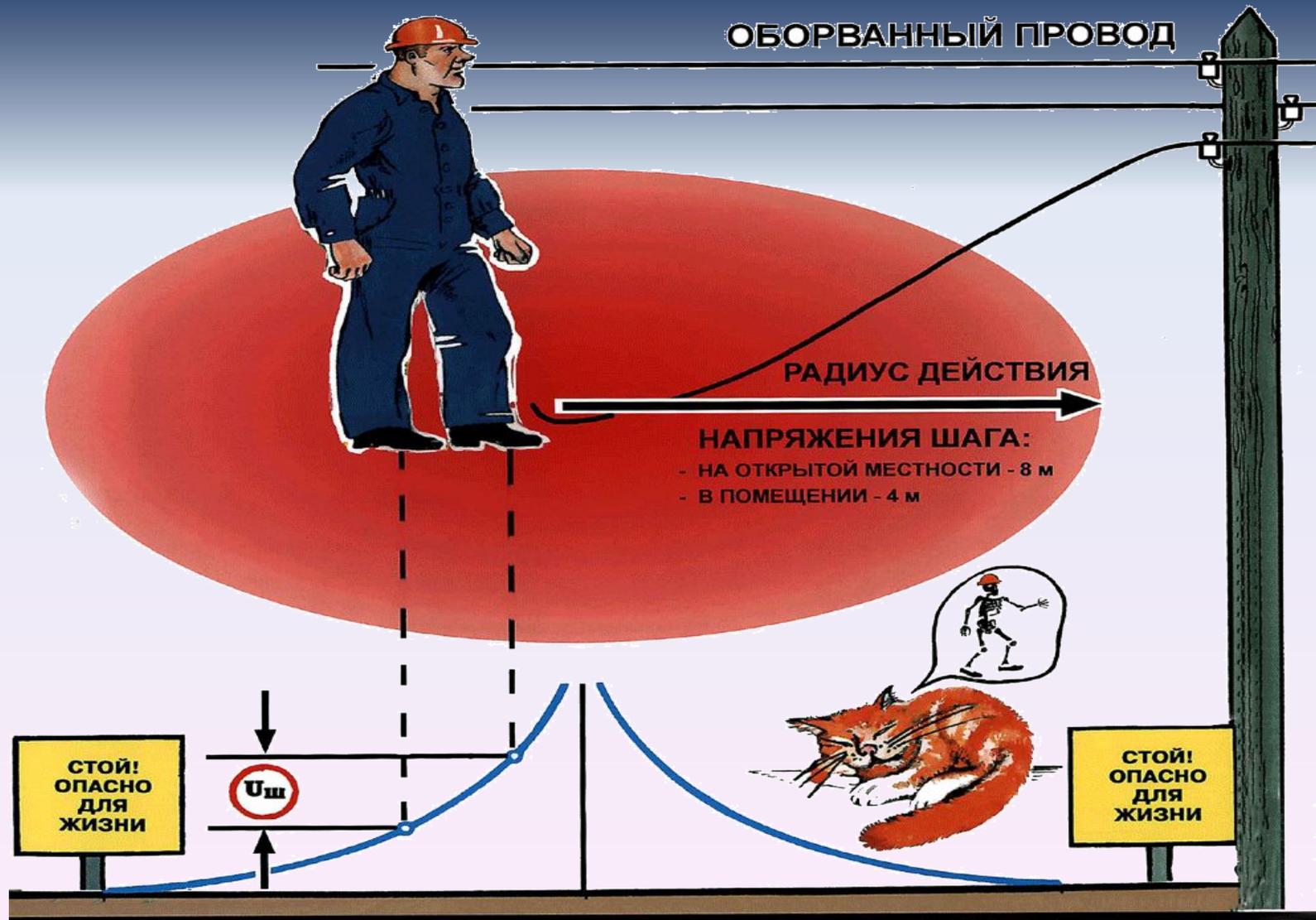
- напряжения ЭТ
- направления движения



Шаговое напряжение (напряжение шага)

Напряжение шага – это напряжение, возникающее между двумя точками цепи тока, которые находятся друг от друга на расстоянии шага (примерно 0,8м) на которых одновременно стоит человек. *Шаговое напряжение* создается при определенных условиях, когда провод под высоким напряжением при обрыве касается ограниченного участка земли (или проложен в земле) и происходит электризация грунта (растекание электрического тока). Поражение при таких условиях происходит, когда ноги человека касаются двух точек земли, имеющих разные электрические потенциалы. Опасность напряжения увеличивается, если человек в этой ситуации падает, потому что напряжение шага возрастает, так как путь тока проходит через все тело, а не через ноги.

Шаговое напряжение



«Электрический кратер» Г.Л. Френкеля (электризация почвы)

Шаговое напряжение

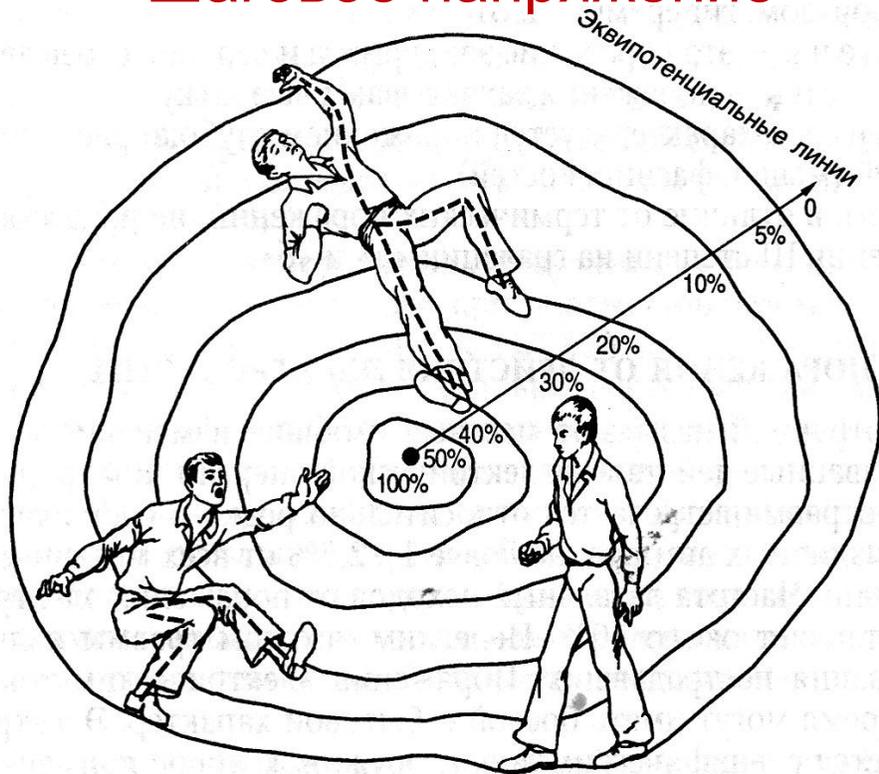


Рис. 2.2. Зависимость величины шагового напряжения от положения человека. Схема электризации почвы (кратера) и «шагового напряжения».
(по А. Н. Орлову, М. А. Саркисову, М. В. Бубенко, 1977)

- Потенциал кратера -100%
- По мере удаления потенциал уменьшается
- При движении вдоль -разность потенциалов равна «0»
- При движении перпендикулярно-«шаговое напряжение»
- Судороги нижних конечностей – падение и гибель



Электрическое сопротивление тела человека (R)

определяет:

- величину протекающего тока
- интенсивность поглощения энергии

зависит от:

- влажности кожи
- целостности
- возраста
- температуры кожи
- сопутствующих заболеваний и т.д.
- величины поверхности контакта
- длительности действия тока



**Сопротивление сухой кожи человека =
2 000 000 Ом**

Сопротивление влажной кожи снижается до 1000 Ом



Классификация электроустановок и производственных помещений

Особо опасные помещения - характеризуются наличием одного из факторов:

- особая сырость (относительная влажность воздуха ~ 100 %);
- химически активная среда (содержащиеся в воздухе пары действуют разрушающе на изоляцию и токоведущие части оборудования);
- два или более признаков одновременно, свойственных помещениям с повышенной опасностью.



Действие электрического тока на организм человека

Термическое:
нагрев тканей,
ожоги

Электролитическое:
разложение жидкостей



Биологическое:
нарушение дыхания и
работы сердца

Механическое:
разрыв тканей,
ушибы, вывихи



Биологическое действие тока

- Спазм гладкой и скелетной мускулатуры (судороги, вывихи, переломы, нарушение дыхания)
- Спазм голосовых связок (остановка дыхания)
- Фибрилляция или нарушение сердечного ритма
- Спазм артерий (повышение АД)
- Выброс гормонов



Биологическое действие тока

Электрогенные асфиксия, шок

- **Электрогенная асфиксия.** Развивается в результате нарушения деятельности (судороги) дыхательной мускулатуры, спазма голосовой щели, поражения дыхательного центра.
- **Электрогенный шок.** Причиной электрошока является нервно-болевой фактор. Этот вид шока как универсальная реакция организма не отличается от других видов. Однако действие электротока на большое количество рецепторов и непосредственно на ЦНС вызывает быструю активацию гипоталамо-гипофизарной и симпатико-адреналовой систем, что дополнительно влияет на тонус сосудов. Резкий спазм сосудов и повышенная проницаемость их стенок приводят к стазу и тромбозу. Процесс возбуждения ЦНС сменяется в итоге развитием децентрализации кровообращения и микроциркуляторной ишемией органов, приводя к системным изменениям (гиповентиляция, гемоконцентрация), а далее к токсемии, агрегации эритроцитов и капиллярному стазу. Процесс заканчивается запредельным торможением и полной декомпенсацией.



Электрохимическое действие тока

- Расхождение ионов и их концентрация у полюсов, где образуются некрозы
- Газы и пар, образующийся при электролизе, расслаивают ткани и придают им ячеистое строение
- Импрегнация кожи металлом проводника -металлизация



Электрохимическое действие тока

- Расхождение ионов и их концентрация у полюсов, где образуются некрозы
- Газы и пар, образующийся при электролизе, расслаивают ткани и придают им ячеистое строение
- Импрегнация кожи металлом проводника - металлизация

В результате процесса электролиза происходит нарушение ионного равновесия в клетках, изменение мембранного потенциала (образование радикалов H^+ , OH^- , Cl^- , крайне токсичных для клетки).

Электрохимическое действие выражается:

- а) последствиях нарушения ионного равновесия в тканях в виде коагуляционного (у анода) и колликвационного некроза (у катода);
- б) образовании пара и газа;
- в) импрегнации кожи металлом проводника.



Механическое действие тока

- Расслоение и разрывы тканей
- При прохождении токов высокого напряжения через ткани выделяется большое количество тепловой и механической энергии, это приводит к взрывоподобному эффекту и отбрасывает человека в стороны или происходит отрыв конечности

Открытый перелом плечевой кости, термический ожог, обугливание костного отломка и мягких тканей



Тепловое действие тока

Электрометка



- Ожоги в местах контакта с проводником тока
- Ожоги в результате прохождения тока через мягкие ткани
- В костях образуются «жемчужные бусы» (расплавленный и затем застывший фосфорнокислый кальций в виде белых шариков с пустотами)



Тепловое действие тока

Тепловое действие

- Ожоги в местах контакта
- Ожоги в результате электрической дуги
- В костях образуются «жемчужные бусы», затем застывают, образуя шариков с полостью

Тепловое действие тока на организм связано с сопротивлением тканей и обусловлено превращением электроэнергии в тепловую энергию (закон Джоуля-Ленца). Чем выше сила тока и сильнее сопротивление, а также время действия, тем сильнее нагревание тканей. В местах контактов с проводниками тока возникают ожоги, вплоть до обугливания тканей и растрескивания и расплавления костей – «костные» или «жемчужные бусы». Неконтактное тепловое действие тока возникает при образовании электрической дуги (температура 3000-4000 градусов). В таких случаях может воспламениться одежда, опалиться волосы, обугливаться отдельные участки тела и т.п.

- «Жемчужные бусы» при расплавлении костей – расплавленный, затем застывший фосфорнокислый кальций в виде шаровидных (чаще) образований, полых внутри, диаметром 1-2 мм.

ткани
расплавленный и
белых



Неспецифическое действие тока

Вне пределс
другие виды
•Вспышка во
•Поражение
сопровождат
слуха
•Разбрызгив
металлизац

Неспецифическое действие

Неспецифическое действие электротока заключается в действии на организм вторичных явлений, которые сопровождают электротравму:

- ✓ термическое действие – ожоги от горячей одежды, вольтовой дуги, раскаленного проводника;
- ✓ поражение глаз (*электроофтальмия*) – воспаление сетчатки, ожоги роговицы, конъюнктивы под воздействием мощного потока ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, находящихся в электрической дуге;
- ✓ механические повреждения – различные повреждения, связанные с падением после поражения током.

переходит в
ожогов и глаз
т
ию органов
ка –



Клинические проявления электротравмы

Местные проявления электротравмы

- **Электрометка** – или знак тока, образуется в месте контакта с проводником тока.

Типичная электрометка имеет небольшие размеры и кратерообразную форму: края ее приподняты, дно западает. Поверхность электрометки сухая, с отсутствием воспалительной реакции вокруг нее. Иногда вокруг электрометки можно наблюдать участки эпидермиолиза (отслаивание и приподнятость эпидермиса в виде пузыря без жидкого содержимого). Ее внешние стенки светло-серые, иногда почти белые. Внутренние стенки темно-серые, импрегнированные металлом проводника. Форма и размеры электрометок могут варьировать в зависимости от формы, размеров и рельефа контактирующей части проводника. Иногда электрометки по внешнему виду не отличаются от ссадин. Так же очень похожи на пергаментное пятно, ожоги различной этиологии, мозоли, бородавки, татуировки и т.д. Дифференциальный диагноз в таких случаях ставится на основании изучения микроскопической картины. В 10-12% смертельных электротравм электрометки не находят.

е:

знаки,

ожоги,

мия

О

Электричес

□ судороги

□ остановка

□ остановка

Фибрилляция

сокращение

волокон сердечной мышцы



Порядок оказания помощи при электротравме



- Прекратить контакт пострадавшего с источником тока, соблюдая правила собственной безопасности.
- Вызвать скорую медицинскую помощь
- Оценить витальные функции (сознание, дыхание, кровообращение)
- При необходимости – проведение сердечно-легочной реанимации

Даже при успешном оживлении после поражения электрическим током, пострадавший должен быть доставлен в лечебное учреждение!

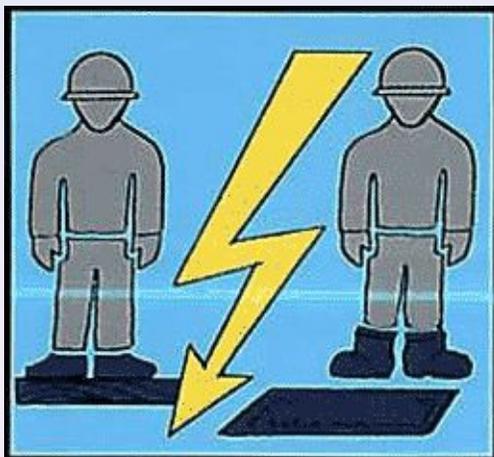


Самарский областной центр медицины катастроф
Samara regional center for disaster medicine

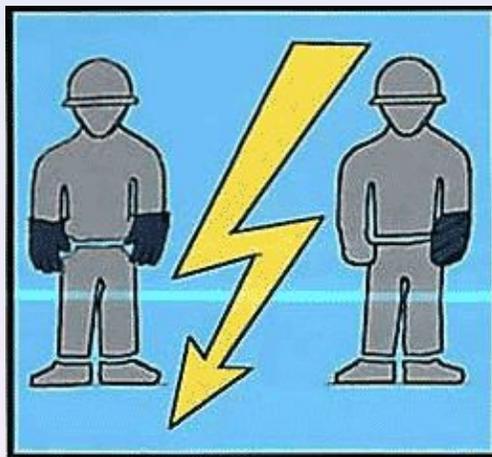
Низковольтная (до 1000 В) электротравма

Необходимо как можно быстрее: отключить рубильник, выключатель; разомкнуть штепсельное соединение; вывернуть пробки; удалить предохранители и пр.

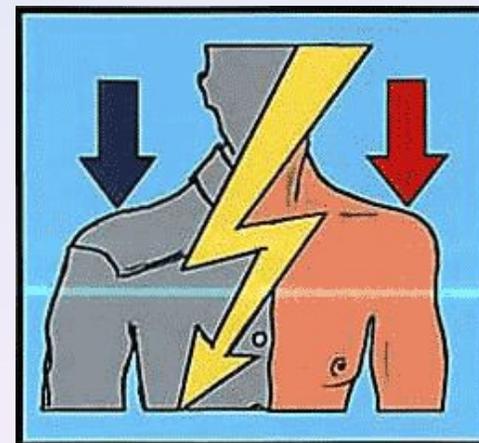
Если быстро отключить электроустановку невозможно, прежде чем прикоснуться к пострадавшему, спасатель обязан:



Встать на сухие доски, бревна, свернутую сухую одежду, резиновый коврик или надеть диэлектрические галоши



Надеть диэлектрические перчатки или обмотать руку сухой тряпкой, шарфом, защитить кепкой или краем рукава



Не дотрагиваться до металлических предметов и до тела пострадавшего. Можно касаться только его одежды

Способы освобождения от токоведущего элемента

- любым сухим предметом, не проводящим ток (палкой, доской, канатом и т.д.);
- оттянуть пострадавшего за воротник или полу одежды;
- перерубить провод топором с сухим деревянным топором;
- перекусить (каждую фазу отдельно!) кусачками с изолированными рукоятками.





Высоковольтная (свыше 1000 В) электротравма

Спасатель должен надеть диэлектрические боты, работать в диэлектрических перчатках. Действовать необходимо изолирующей штангой или изолирующими клещами, рассчитанными на соответствующее напряжение. Остальное – как при низковольтной травме.





Атмосферное электричество

Молния – гигантский электрический разряд в атмосфере крайне малой продолжительности, сопровождающийся яркой вспышкой и громом. Напряжение около 1000000 В, сила тока сотни тысяч А. Особый вид молнии – шаровая молния, которая представляет собой шар (сфероид) и обладает большой энергией. Природа шаровой молнии не изучена, существуют только теории. Предположительно это некое плазменное образование с температурой около 5000 градусов и скоростью движения примерно 2м/с.

Молния может поражать человека (группу людей) непосредственно и через различные предметы (электроприборы, телефоны, зонты и др.). Поражения не всегда заканчиваются смертью.

Местом происшествия при поражении молнией бывают открытые пространства, местность. Часто поражение происходит через одиноко стоящее дерево, в зоне с хорошей электропроводностью грунта, выхода на поверхность подземных ключей и ручьев.



Поражение человека от разрядов атмосферного электричества



Молния – мощный разряд атмосферного электричества

U – миллионы вольт

I – сотни тысяч ампер

Продолжительность разряда – доли секунды



Основные поражающие факторы молнии



- Электрический ток сверхвысокого напряжения
- Ударная волна
- Мощный световой импульс
- Мощная звуковая волна (гром)



5 механизмов поражения молнией

1. **Прямое попадание молнии** в человека. При данном типе ПМ отмечается наибольшая летальность.
2. **Контактное поражение.** Возникает при контакте человека с предметами, в которые ударила молния.
3. **Вспышка молнии.**
4. **Шаговое напряжение.**
5. **Поражение ударной волной**, когда человек может быть отброшен ударной воздушной волной на большое расстояние. Под воздействием тока возможны судорожные сокращения скелетных мышц.



Поражение молнией

Первичное повреждение: непосредственное повреждение молнией

Вторичные повреждения молнией:

повреждение через работающие электроаппаратуру и радиоаппаратуру

Поражение молнией – это поражение высоковольтным напряжением, характерно:

- Симметричное поражение н. конечностей («шаговое напряжение»)
- Метки тока – «фигура молнии»

Более часто – потеря сознания и остановка кровообращения





Поражение атмосферным электричеством

Шаровая молния

Плавающая молния имеет красный цвет и диаметр около 10 - 20 см. Обычно плавающая молния движется в воздухе медленно, со скоростью бегущего человека, при этом слышен легкий свист или шипение. Исчезает плавающая молния тихо, без взрыва.

Осевшая шаровая молния имеет ярко белый цвет, она оседает на каком-либо предмете или катится по нему. Молния, осевшая на человеке, вызывает сильные ожоги. Исчезает с грохотом, производя разрушения. Энергия ее взрыва в 30 - 60 раз превышает энергию взрыва бездымного пороха.





Поражение атмосферным электричеством Шаровая молния

«Керанография»





Последствия поражений молнией

Летальность при поражении молнией – 20%

- Асистолия / фибрилляция желудочков
- Угнетение дыхательного центра
- Полиорганные нарушения (отсроченная смерть)
- Аритмии
- Изменения артериального давления (гипертензия/гипотензия)
- Инфаркт миокарда
- Отек легких
- Неврологические и психические расстройства
- Потеря сознания / кома
- Амнезия / страх / афазия /
- Эпиприпадки. Нарушения на ЭЭГ
- Повреждение головного / спинного мозга. Болевой синдром
- Потеря чувствительности / слабость в конечностях / паралич и т.д.
- Ожоги и поражения кожи. Знаки молнии
- Травматические повреждения внутренних органов
- Переломы (черепа, позвоночника, конечностей)
- Поражение органов слуха и зрения Разрыв барабанной перепонки Глухота / звон в ушах / головокружение
- Повреждение роговицы, светобоязнь, конъюнктивит, преходящая слепота Неврит зрительного нерва, катаракта



Интересные факты

Рой Салливан – американский инспектор по охране национального парка Шенандоа в Виргинии, известный тем, что в период с 1942 по 1977 год был **семь раз поражён молнией и остался в живых**.

В связи с этим он получил прозвище «человек-громоотвод» и был занесён в Книгу рекордов Гиннесса.

Между первым и седьмым ударом прошло 35 лет, и ни разу за это время Рой не получил серьезных увечий, кроме ожогов и потери сознания. Самым тяжелым он считает свой четвертый удар, который произошел в 1972 году, он тогда был ребенком и помогал своему отцу в саду.

Салливан умер в 1983 году. Причиной смерти стало самоубийство – выстрелил себе в голову из ружья.

Шанс того, что в одного и тоже человека в течение жизни семь раз ударит молния, равен примерно 1 на 10 000 000 000 000 000 000 000 000 000.





Интересные факты



Американский майор Саммерфорд умер после продолжительной болезни (результат удара третьей молнией). Четвертая молния полностью разрушила его памятник на кладбище.

Во время военных действий во Фландрии он был поражен ударом молнии, когда ехал верхом на лошади. Ему парализовали нижнюю часть тела. Через 6 лет в 1924 году отставной майор ловил рыбу на берегу реки, когда молния угодила в дерево, под которым он сидел.

Майор едва поправился от прошлой молнии, как ему парализовало правую часть тела. Через 2 года Уолтер начал практиковаться в ходьбе. Он мог совершать прогулки до парка, который находился рядом с его домом. Молния не оставила его в покое, и 1930 году вновь его ударила.

На этот раз майор был парализован полностью, и через некоторое время умер.

Через четыре года после похорон во время грозы молния угодила в его памятник.



2. Оказание первой помощи при утоплении.



Статистика

По данным Всемирной организации здравоохранения в мире на воде ежегодно гибнет около 450 тысяч человек.

В странах с морским побережьем и теплым климатом утопление стоит на втором месте после дорожно-транспортных происшествий. Из общего числа утонувших 54% составляют лица в возрасте 20-25 лет, большая часть которых умела плавать.



Влияние температуры воды на организм человека

Воздействие воды различных температур на кожный покров приводит к значительным изменениям в сложных терморегуляторных реакциях организма, тесно связанных с деятельностью его ведущих физиологических систем (ЦНС, система кровообращения, дыхания, метаболизма и пр.).

В большей степени это относится к воздействию холодной воды (ниже +25-30°C), свойственной водоемам нашей страны. Холодная вода вызывает спазм периферических сосудов, что приводит к физиологически значимому перераспределению крови в организме, изменению в работе сердечно-сосудистой системы и центрального регуляторного механизма.

При попадании в холодную воду у человека в первый момент происходит задержка дыхания, затем его учащение, потом углубление и замедление; урежение и усиление сердечных сокращений; повышаются артериальное давление и вязкость крови. Так же происходит сужение сосудов почек, повышается тонус нервно-мышечного аппарата мочевого пузыря (учащенное мочеиспускание), сосуды брюшной полости расширяются.



Влияние воды на энергетический обмен

Адекватность реакций, направленных на жизнеобеспечение организма зависит в основном от его выносливости. В основе выносливости лежат такие свойства организма, которые противодействуют возникновению утомления, происходящего в результате биохимических изменений в центральной нервной системе, работающих мышцах и других органах и тканях, участвующих в обеспечении мышечной деятельности.

Причиной большинства этих изменений является несоответствие возможностей систем энергообеспечения во время работы, энергетическим потребностям организма. На энергетический обмен существенно влияют высокая плотность и теплопроводность водной среды, в результате чего на каждый метр пути во время плавания расходуется в 5-10 раз больше энергии, чем при ходьбе с такой же скоростью.

Интенсивность окислительных процессов при нахождении человека в воде повышается в несколько раз и организм теряет дополнительно большое количество энергии.



Определение утопления

Утопление – вид смерти, который наступает при полном погружении человека в воду с развитием ряда патологических изменений жизненно важных систем организма от комплексного воздействия на него водной среды. (Официальное определение из «Судебно-медицинское обоснование смерти от утопления в воде» // Письмо Главного судебно-медицинского эксперта МЗ РФ от 13.10.1989 №2425/01-01), код по МКБ-10: T75.1.

При частичном погружении в воду причиной смерти следует считать обтурационную (код по МКБ-10: T71.X) или аспирационную асфиксию (код по МКБ-10: T17.8).

Соколова Зоя Юрьевна – к.м.н., доцент, доцент кафедры судебной медицины ЛФ ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И.Пирогова Минздрава России



Фазы (стадии) утопления

I фаза – двигательное возбуждение (беспокойство, усиленная и беспорядочная подвижность), задержка дыхания, заглатывание воды, повышение АД. Отмечается сильный кашель. От вдоха жидкости уже возможен спазм гортани за счет перераздражения верхних дыхательных путей.

II фаза – одышка с поступлением воды в легкие (судорожные вдохи и короткие выдохи, переходящие в общие тонические судороги), утрата сознания, снижение АД. Жидкость из верхних дыхательных путей попадает в пазуху клиновидной кости.

III фаза – терминальная пауза (остановка дыхания), отсутствие сознания и рефлексов.

IV фаза – т агония, редкие судорожные терминальные дыхательные движения с полной остановкой дыхания, а далее и сердцебиений.

Фазность изменения дыхания в процессе утопления в основном соответствует его нарушениям при других видах механической асфиксии:

- стадия инспираторной одышки,
- стадия экспираторной одышки,
- стадия кратковременной остановки дыхания,
- стадия терминальных (агональных) дыхательных движений.



Причины, способствующие утоплению

1. Обострение заболеваний в момент купания (4,6-5,9%): приступ эпилепсии, обморок, гипертонический криз с кровоизлиянием в мозг, коронарная недостаточность, острый инфаркт миокарда. В основе трагедии, чаще всего, лежит потеря сознания.
2. Утопление может наступить при прыжках с высоты и ударе поверхностью живота о воду в результате рефлекторного травматического шока в связи с перераздражением перитонеальных нервных окончаний и нарушением кровообращения в области п. splanchnicus.
3. Мышечные судороги так же могут быть причиной утопления, особенно в сочетании с переохлаждением. Опасность вызвана внезапной болью и невозможностью движения в конечностях.
4. Опасность утопления создает лабиринтный криз, который возникает при нырянии и характеризуется внезапным головокружением, потерей ориентировки направления, кратковременной потерей сознания, вследствие раздражения аппарата равновесия, расположенного в костном лабиринте внутреннего уха, в результате внезапного попадания холодной воды в ухо, прободении барабанной перепонки под влиянием высокого водного давления.
5. Утоплению способствует предварительный прием пищи. Повышенное давление воды на «полный» желудок может привести к рвоте и аспирации желудочным содержимым и водой.



Аспирационный тип утопления – заполнение дыхательных путей и легочных альвеол водой при сохранении анатомической целостности системы внешнего дыхания. Вода поступает в дыхательные пути уже в первой фазе, почти сразу же после погружения тела в воду, однако основная её масса аспирируется во время одышки. Количество аспирированной воды зависит от многих факторов (длительности и типа утопления, наличия или отсутствия алкогольного опьянения, температуры и солёности воды и др). Человек массой 70 кг в процессе утопления может аспирировать от 1500-2000 мл до 3000-4000 мл воды.

Отличительной чертой аспирационного типа утопления является массивная аспирация воды. Поступая в дыхательные пути и легкие, (количество жидкости может превысить массу легких на 100%) вода через поврежденную легочную паренхиму и ее сосудистую сеть проникает в артериальную систему и левую половину сердца (за счет осмотических процессов).

Это приводит к увеличению объема циркулирующей крови (на 1 мл крови приходится до 0,5 мл , а иногда до 1мл воды) – гиперволемии. В результате этого процесса развиваются выраженные гемодилюция и гемолиз. Снижение концентрации ионов натрия, хлора и кальция, а также белков плазмы.

Заполнение альвеолярного пространства легких жидкостью, а также разрушение пресной водой противокатактазного вещества – сурфактанта альвеол приводит к нарушению кровообращения в малом круге. Происходит шунтирование крови в легких (нарушение соотношения «вентиляция – кровоток»), а следовательно углубление гипоксемии и метаболического ацидоза.



Гиперволемиа, гемодилюция, гемолиз

При попадании воды в дыхательные пути вагусный рефлекс увеличивает резистентность периферических дыхательных путей, вызывая закупорку легочных сосудов, развитие легочной гипертензии, уменьшение жизненной емкости легких и снижение коэффициента вентиляционной перфузии.

В результате гемолиза внутриклеточный калий эритроцитов попадает в плазму крови и концентрация его, несмотря на выраженную гиперволемию, увеличивается. Возникает резкий дисбаланс уровня калия и натрия. Гиперкалиемиа предопределяет первичную остановку сердца. Питание разведенной кровью миокарда левой половины сердца снижается. Результатом уже на 1-й минуте становится частичная, а иногда и полная атрио-вентрикулярная блокада.

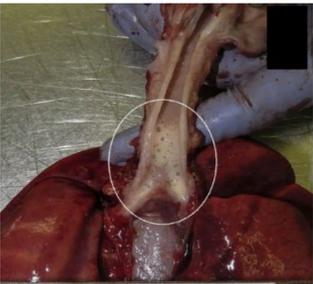
Таким образом, аспирационный тип утопления характеризуется гиперволемией, гемодилюцией, гемолизом, нарушением соотношения электролитов калия и натрия, ранним нарушением внутрипредсердной атриовентрикулярной и внутрижелудочковой проводимости. Все это приводит к тому, что уже на 2-3-й минуте после погружения в воду возможна первичная остановка сердца при продолжающихся, хотя и редких, дыхательных движениях.



Диагностические признаки при аспирационном типе утопления

- Кожный покров бледный, холодный, часто имеет вид «гусиной кожи».
- Трупные пятна розовато-синюшные (за счет гемодилюции).
- Стойкая мелкопузырчатая пена (белая иногда с розоватым оттенком) у рта, носа, в дыхательных путях.
- Легкие увеличены в объеме, тяжелые за счет гипергидрии.
- Крупные, полосчатые, без четких границ светло-красные кровоизлияния под плеврой (пятна Рассказова-Лукомского-Пальтауфа).
- Переполнение левых отделов жидкой кровью как результат фибрилляции сердца.
- Повышенная транссудация жидкости в серозные полости, отек стенки и ложа желчного пузыря, оболочек и вещества головного мозга.

Стойкая мелкопузырчатая пена
в просвете трахеи





Спастический (асфиктический) тип утопления

Спастический тип утопления – стойкий ларингоспазм в результате раздражения рецепторов верхних дыхательных путей водой с прекращением газообмена в легких. При спастическом (асфиктическом) типе утопления смерть наступает от первичной остановки дыхания.

Этот тип утопления происходит без аспирации воды и характеризуется признаками острого кислородного голодания. «Ложнореспираторные» вдохи при спазмированной голосовой щели значительно снижают внутриальвеолярное и внутригрудное давление, что на фоне нарастающей гипоксии и левожелудочковой недостаточности, повышающих проницаемость сосудистой стенки в малом круге кровообращения, приводит к выходу жидкости и белка из сосудистого русла в альвеолы с образованием стойкой пушистой пены, заполняющей дыхательные пути. Развивается острая гиперэририя легочной ткани с повреждением ее структурных элементов и проникновением воздуха в легочные сосуды и левый отдел сердца.

Данный тип утопления чаще возникает в сильно загрязненной, хлорированной воде, содержащей химические примеси, песок или другие взвешенные частицы.



Диагностические признаки при спастическом (асфиктическом) типе утопления

- Выраженные сине-фиолетовые трупные пятна, синюшность кожи лица;
- Точечные кровоизлияния в слизистую век;
- Полнокровие внутренних органов с точечными кровоизлияниями;
- Разжижение венозной крови по сравнению с артериальной (за счет повышенного поступления лимфы в грудной лимфатический проток);
- Острая эмфизема легких;
- Жидкость (среда утопления) в пазухе клиновидной кости;
- Наличие большого количества жидкости (среды утопления в желудке и 12-перстной кишке);
- Лимфогемия – ретроградный заброс эритроцитов в просвет грудного лимфатического протока.

Спастический тип утопления не имеет признаков проникновения жидкости (среды утопления) в легкие и сосудистое русло. Он может быть объективно обоснован диагностической тетрадой:

- Вода в пазухе клиновидной кости;
- Острое вздутие легких (эмфизема);
- Воздушная эмболия левого сердца;
- Лимфогемия грудного протока.

Признаки, входящие в тетраду указывают на прижизненное возникновение ларингоспазма при попадании человека в воду.



Рефлекторный (синкопальный) тип утопления

Рефлекторный тип утопления характеризуется одновременной остановкой сердечной деятельности и дыхания практически сразу после попадания человека в воду.

Данный тип утопления может реализоваться в результате самых различных, главным образом рефлекторных, влияний: аллергической реакции на содержащиеся в воде вещества, холодового шока, рефлексов с глаз, слизистой оболочки носа, среднего уха (при перфорации барабанной перепонки), кожи лица и др.

В связи с тем, что при рефлекторном утоплении смерть наступает от первичной остановки сердечной деятельности и дыхания, правильнее считать его одним из видов смерти в воде, а не утоплением.

Рефлекторный тип утопления, в силу своего механизма не имеет характерных посмертных признаков, кроме острой, внезапной смерти. Этот тип утопления чаще встречается в юном возрасте и у женщин, что можно объяснить повышенной эмоциональностью последних.



Признаки рефлекторного (синкопального) типа утопления

- Резкая бледность кожи и скелетной мускулатуры за счет ангиоспазма;
- Резкое полнокровие в системе нижней полой вены;
- Признаки быстро наступившей смерти;
- Отсутствие изменений в легких (так как этот тип утопления не характеризуется ларингоспазмом или поступлением воды в легкие).

Гистологическое исследование органов эндокринной системы может позволить установить наличие острых функциональных расстройств в организме человека.



Этапы оказания помощи

Выделяют два этапа оказания помощи при утоплении:

Первый - это действия спасателя непосредственно в воде, когда утопающий еще в сознании, предпринимает активные действия и в состоянии самостоятельно держаться на поверхности. В этом случае есть реальная возможность не допустить трагедии и отделаться лишь "легким испугом".

Но именно этот вариант представляет наибольшую опасность для спасателя и требует от него прежде всего умения плавать, хорошей физической подготовки и владения специальными приемами подхода к тонущему человеку, а главное - умения освободиться от «мертвых» захватов.

Второй этап оказания помощи при утоплении – на берегу. Последовательность действий при оказании первой помощи пострадавшему зависит от его состояния.



Этапы оказания помощи

Потерпевший находится в сознании

Снимите с него мокрую одежду, разотрите его тело полотенцем или мягкой тканью, укутайте и дайте ему горячий неалкогольный напиток (чай, кофе и т. п).



Потерпевший находится в безсознательном состоянии, но пульс и дыхание сохранены

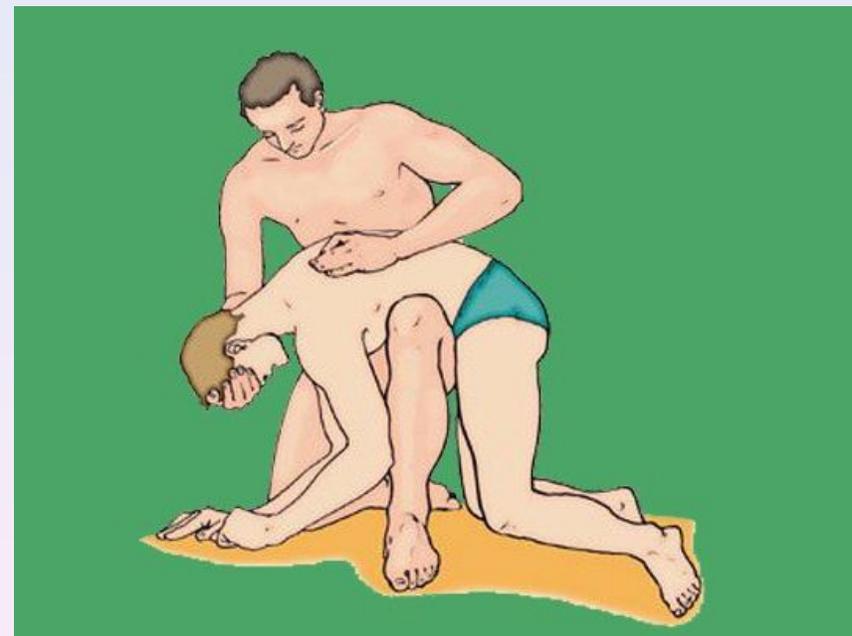
Уложите потерпевшего на спину с опущенной головой и приподнятыми ногами, расстегните (снимите) стесняющую одежду, дайте ему понюхать нашатырный спирт. Затем постарайтесь максимально полно удалить воду из желудка и легких нижеописанным способом. Одновременно с этим необходимо растирать тело по направлению к сердцу, делая массаж верхних и нижних конечностей.



В более тяжелых случаях последовательность действий определяется типом утопления

Утопление бывает:

- а) истинным (синим);
- б) сухим (бледным).





Истинное («мокрое») утопление

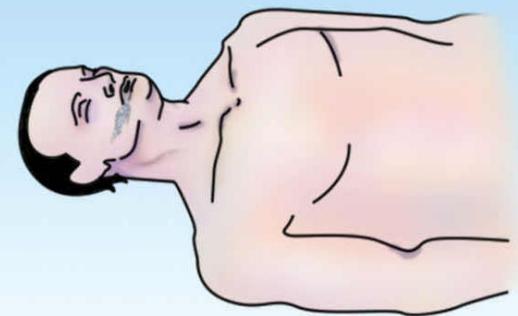
Составляет около 70-80% всех случаев утопления.

Истинное («мокрое») утопление характеризуется попаданием воды в трахеобронхиальное дерево, когда после погружения в воду утопающий совершает произвольные дыхательные движения.

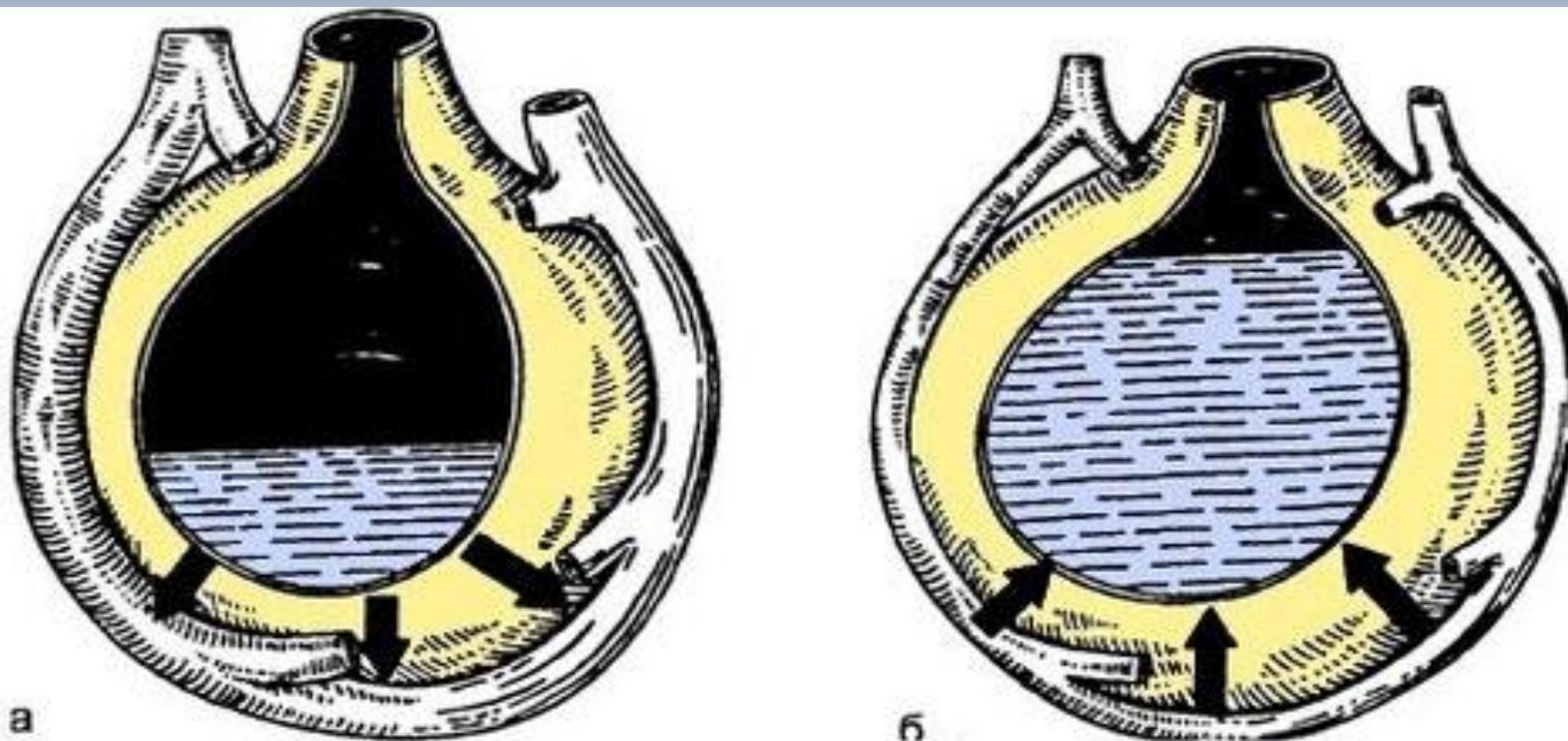
Привлечение плазмы крови в альвеолы способствует пенообразованию, пенистые выделения изо рта и носа носят обильный характер.

Обращает на себя внимание резкий цианоз кожи.

Истинное (синее утопление) происходит, когда в желудок и легкие утонувшего в большом количестве поступает вода



Механизм нарушения дыхания и гемодинамики при утоплении в пресной или морской воде



а б
Механизм нарушений дыхания и гемодинамики при утоплении в пресной (а) и морской (б) воде.



Потерпевший находится в состоянии истинного (синего) утопления

Признаки истинного (синего) утопления:

- лицо и шея сине-серого цвета;
- на шее хорошо выделяются набухшие сосуды;
- изо рта и носа выделяется розовая пена.



Последовательность оказания помощи при истинном утоплении

Переверните утонувшего на живот таким образом, чтобы голова оказалась ниже уровня его таза. Например, положите животом на свое бедро или на спинку стула, ствол поваленного дерева и т. п.





Последовательность оказания помощи при истинном утоплении

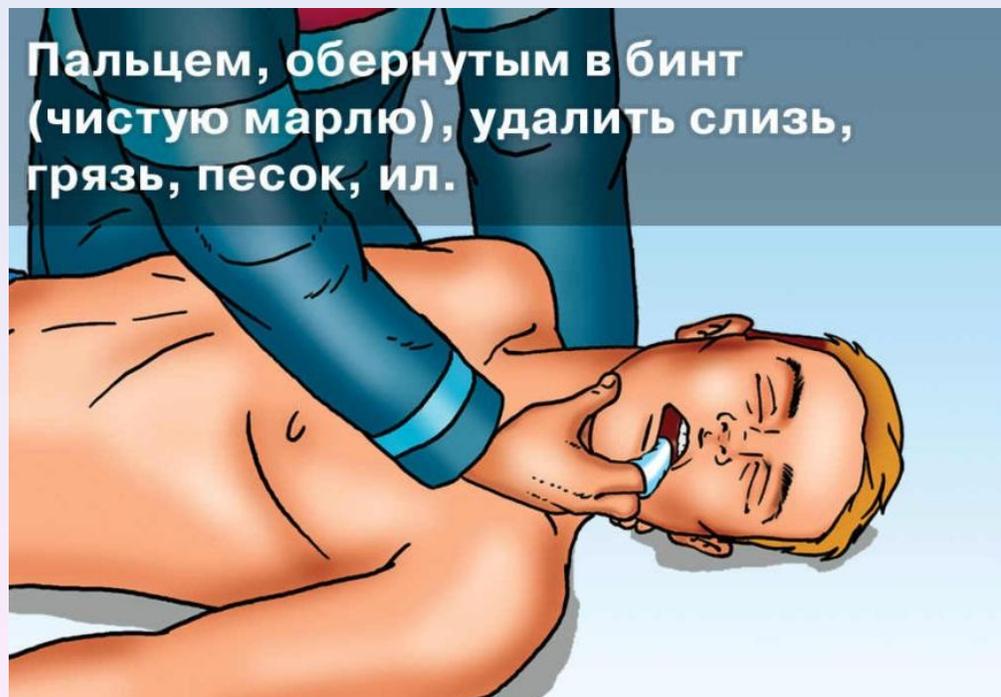
Если у пострадавшего судорожно сжаты челюсти, разожмите их следующим приемом: четыре пальца обеих рук поместите под углы нижней челюсти и, упираясь большими пальцами в подбородок, резко нажмите на него, открывая рот.

Для исключения повторного сжатия челюстей вставьте между зубами какой-либо предмет (кусочек резины, завязанный узлом платок, скатку бинта и т. п.). Съёмные зубные протезы обязательно снимите.



Последовательность оказания помощи при истинном утоплении

Введите пострадавшему в рот палец, обернутый куском материи, и круговым движением удалите содержимое ротовой полости.





Последовательность оказания помощи при истинном утоплении

После очищения полости рта резко надавите на корень языка для провоцирования рвотного рефлекса и стимуляции дыхания.

Наличие или отсутствие этого рефлекса будет важнейшим тестом для определения дальнейшей тактики.



Первая помощь при сохранении рвотного и кашлевого рефлекса

Если рвотный рефлекс сохранен, то после надавливания на корень языка Вы услышите характерный звук "Э", вслед за этим последуют рвотные движения, и изо рта начнет выливаться вода с остатками съеденной пищи.

Вслед появится кашель.



Первая помощь при сохранении рвотного и кашлевого рефлекса

Удаление воды из легких и желудка:

- в течение 5-10 минут периодически с силой надавайте на корень языка, пока изо рта и верхних дыхательных путей не перестанет выделяться вода;
- во время выдоха пострадавшего интенсивными движениями несколько раз сожмите с боков его грудную клетку;
- похлопывайте ладонями по спине потерпевшего, это также способствует отхождению воды из легких;



Первая помощь при сохранении рвотного и кашлевого рефлекса

Удаление воды из легких и желудка:

- уложите потерпевшего на бок и постарайтесь вызвать «Скорую помощь»;
- до прибытия "Скорой помощи" ни на секунду не оставляйте утонувшего без внимания: каждую минуту может произойти внезапная остановка сердца.



Первая помощь пострадавшему без признаков жизни

Если при надавливании на корень языка рвотный рефлекс так и не появился, а в вытекающей изо рта жидкости нет остатков съеденной пищи; если нет ни кашля, ни дыхательных движений, то ни в коем случае нельзя терять времени на дальнейшее извлечение воды из желудка и легких утонувшего.

Главная задача - как можно скорее приступить к сердечно-легочной реанимации!



Схема базовых реанимационных мероприятий

Запрокидывание головы - одна рука размещается на лбу, и мягко отклоняет голову назад; кончики пальцев другой руки размещаются под подбородком или под шеей и мягко тянут вверх;- выдвигание вперед и вверх нижней челюсти - четыре пальца помещаются позади угла нижней челюсти и давление прикладывается вверх и вперед; используя большие пальцы, приоткрывается рот небольшим смещением подбородка.

Каждый раз, запрокидывая голову пострадавшему, следует одновременно осмотреть его рот и, увидев инородное тело (например, обломки зубов или выпавший зубной протез), удалить его.

Приём очищения ротовой полости пальцами вслепую больше не применяется.

Съёмные зубные протезы, которые держатся на месте, не удалять, т.к. они формируют контуры рта, облегчая герметизацию при вентилизации.



Особенности проведения реанимации утонувших

1. Сердечно-легочную реанимацию при утоплении надо проводить даже в том случае, если человек находился под водой в течение 10-20 минут (особенно если речь идёт об утоплении ребёнка в холодной воде).

Поскольку описаны случаи оживления с полным неврологическим восстановлением при нахождении под водой более 60 минут.

2. Если во время сердечно-легочной реанимации произошёл заброс содержимого желудка в ротоглотку, следует повернуть реанимируемого на бок (при возможной травме шейного отдела позвоночника – следить за тем, чтобы взаиморасположение головы, шеи и туловища не изменились), очистить рот, а затем повернуть обратно на спину и продолжить реанимационные мероприятия.



Особенности проведения реанимации утонувших

3. При подозрении на повреждение шейного отдела позвоночника рекомендуется попытаться обеспечить свободную проходимость дыхательных путей, используя приём «выдвижения вперёд нижней челюсти» без запрокидывания головы пострадавшего.

Но, если с помощью этого приёма не удаётся обеспечить свободную проходимость дыхательных путей, то разрешено применять запрокидывание головы даже у пациентов с подозрением на травму шейного отдела позвоночника, поскольку обеспечение свободной проходимости дыхательных путей остаётся приоритетным действием при реанимации травмированных пациентов в бессознательном состоянии.

4. Одной из наиболее частых ошибок при проведении сердечно-легочной реанимации является преждевременное прекращение искусственного дыхания.

Прекращать его можно только после полного восстановления сознания и исчезновения признаков дыхательной недостаточности.

Искусственное дыхание необходимо продолжать в том случае, если у пострадавшего имеются нарушения ритма дыхания, учащение дыхания (более 40 в минуту) или резкий цианоз.



Асфиксическое («сухое») утопление

Развивается в 10-15% случаев утопления. Асфиксическое утопление происходит без аспирации воды.

Этот тип утопления встречается в случаях, когда вода не попала в легкие и желудок. Подобное происходит при утоплении в очень холодной или хлорированной воде. В этих случаях раздражающее действие ледяной воды в проруби или сильно хлорированной в бассейне вызывает рефлекторный спазм голосовой щели, что препятствует ее проникновению в легкие.

Неожиданный контакт с холодной водой часто приводит к рефлекторной остановке сердца.



Первая помощь пострадавшему без признаков жизни

Потерпевший находится в состоянии сухого (бледного) утопления

Признаки «бледного» утопления:

- кожа приобретает бледно-серый цвет, без выраженного посинения;
- бледное утопление очень редко сопровождается выделением пены. Если и появляется небольшое количество "пушистой" пены, то после ее удаления на коже или салфетке не остается влажных следов. Такую пену называют «сухой»;
- пульс всегда отсутствует.





Первая помощь пострадавшему без признаков жизни

Последовательность оказания помощи при бледном утоплении:

- проверьте пульс на сонной артерии, при его отсутствии немедленно приступайте к проведению сердечно-легочной реанимации;
- после появления признаков жизни перенесите пострадавшего в тепло;
- снимите с него мокрую одежду, разотрите мягкой шерстяной тканью или полотенцем, переоденьте в сухую одежду и укутайте в теплое одеяло. Дайте обильное горячее питье.



Первая помощь пострадавшему без признаков жизни

Запомните!

При утоплении в холодной воде **есть все основания рассчитывать на спасение** даже в случае длительного пребывания под водой. При утоплении в холодной воде человек в состоянии клинической смерти оказывается в глубокой гипотермии. Во всем организме, погруженном в ледяную воду, замедляются и прекращаются процессы обмена веществ, что отодвигает срок наступления биологической смерти.



Синкопальное утопление («смерть в воде»)

От слова «синкопе» - обморок.

Также встречается в 10-15% случаев. Смерть наступает в результате рефлекторного прекращения сердечной и дыхательной деятельности из-за перепада температур вследствие погружения в холодную воду («ледяной шок», «синдром погружения»), рефлекторной реакции на попадание воды в дыхательные пути или полость среднего уха при повреждённой барабанной перепонке.

Помимо обморока к утоплению также может привести потеря сознания, обусловленная приступом эпилепсии, инфарктом миокарда, аритмией и т.д.

Все эти случаи можно классифицировать как «смерть в воде», когда человек умирает от причин, не связанных напрямую с утоплением, но совпавших по времени с погружением в воду.

Полость рта и носа свободна, пенистых выделений нет.

В отличие от первых двух типов, где наблюдается синюшность, обусловленная дыхательной недостаточностью, при синкопальном утоплении кожа бледная из-за выраженного спазма периферических сосудов.



Прогноз

Сиюминутный успех неотложной помощи не страхует от возможных поздних осложнений.

Выжившие после утопления имеют высокий риск развития острого респираторного стресс - синдрома в ближайшие 72 часа.

Бурный отёк лёгких (основная причина смерти) довольно часто наступает в первые 8 - 24 часа.

Ранее этот симптомокомплекс называли «вторичным утоплением».

Таким образом, о спасении от утопления можно говорить, если пострадавший прожил не менее 24 часов после извлечения из воды.



Правила госпитализации

Запомните! Нельзя ни на мгновение спускать с пациента глаз: в любую минуту может возникнуть повторная остановка сердца и дыхания, развиваться отек легких или головного мозга.

Не пытайтесь самостоятельно перевозить пострадавшего, когда есть хоть малейшая возможность вызвать спасательную службу.

Только в тех ситуациях, когда несчастный случай произошел вдали от населенных пунктов и оживленных автострад, вам придется транспортировать утонувшего на случайно подвернувшемся транспорте. В этом случае предпочтение следует отдать автобусу или крытому грузовику, в которых можно расположить спасенного на полу и взять с собой двух-трех сопровождающих, чья помощь может потребоваться в любую минуту.



Интересные факты



Когда шведский хирург Анна Богенхольм (Anna Vågenholm) упала в ледяную воду в 1999 году во время катания на лыжах в Норвегии (не сумела вырулить на тропу, сорвалась с лыжни и рухнула в разводье, почти сразу уйдя под лед), счет шел на минуты. Но никто не ожидал, что этих минут будет 80!

Анна оказалась запертой в ледяном гробу толщиной около 20 метров, но нашла небольшой воздушный карман, через который смогла дышать. Из-за температуры ее кровообращение остановилось спустя 40 минут под водой.

В общей сложности Анна провела там полтора часа, температура ее тела упала до 14 градусов. Чтобы вернуть ее к жизни, потребовались сотня врачей из ближайшего госпиталя и девять часов. Еще два месяца она восстанавливалась. Анна полностью излечилась.



Самарский областной центр медицины катастроф Samara regional center for disaster medicine



Благодарю за внимание!