

**Образовательно-медицинский центр  
«ПЕРМСКАЯ КРАЕВАЯ ШКОЛА МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ»  
ГКУЗ ПЕРМСКИЙ КРАЕВОЙ ТЦМК»**



**Первая помощь при  
электротравме**

# Электротравма - местные и общие изменения в организме вызванные действием электрической энергии

- Частота возникновения 1-2,5%
- Летальность – 10%

В мире ежегодно от электротравм гибнет 30 тысяч человек.

В России смертность от электротравм составляет 30%.

# Причины

Нарушение и пренебрежение техникой безопасности в быту и на производстве

У детей – любопытство, шалости и т.д.



# Поражающее действие ЭТ зависит от

- Физических характеристик тока
- Условий контакта
- Особенности организма

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



# Физические характеристики тока

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



# Сила тока

- ощутимый (3-10 мА)
- неотпускающий (10-15 мА)
  - 20-50 мА вызывает судороги дыхательной мускулатуры, сосудистый спазм, паралич дыхательного центра
- фибрилляционный (100мА и более)

# ● Электротравма при различных значениях напряжения

Электротравму принято делить на:

- Низковольтную ( $U=1000\text{В}$ )
- Высоковольтную ( $U>1000\text{В}$ )
- Сверхвысоковольтную ( $U =$  десятки и сотни киловольт)



# Напряжение до 40 В

- Не вызывает смертельных поражений
- Гибель возникает при высокой влажности, большой длительности контакта, повышенной чувствительности к току





# Напряжение 127-220 В

(неисправные бытовые приборы, включенные в сеть)

- Могут быть тяжелые смертельные повреждения



# Промышленный трехфазный ток ( $U=380$ В, частота =50 гц)

- Тяжелые опасные (**СМЕРТЕЛЬНЫЕ**) повреждения



# 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*

# Лечебные токи

Переменный ток высокого напряжения большой силы и высокой частоты (10 000 до 1000000 Гц) безопасен и применяется в медицинской практике (УВЧ, токи Д 'Арсонваля и т.д.)





## Условия контакта с ЭТ

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





# Включение человека в электрическую цепь (условия контакта)

## Однополюсное:

- при отсутствии заземления неопасно

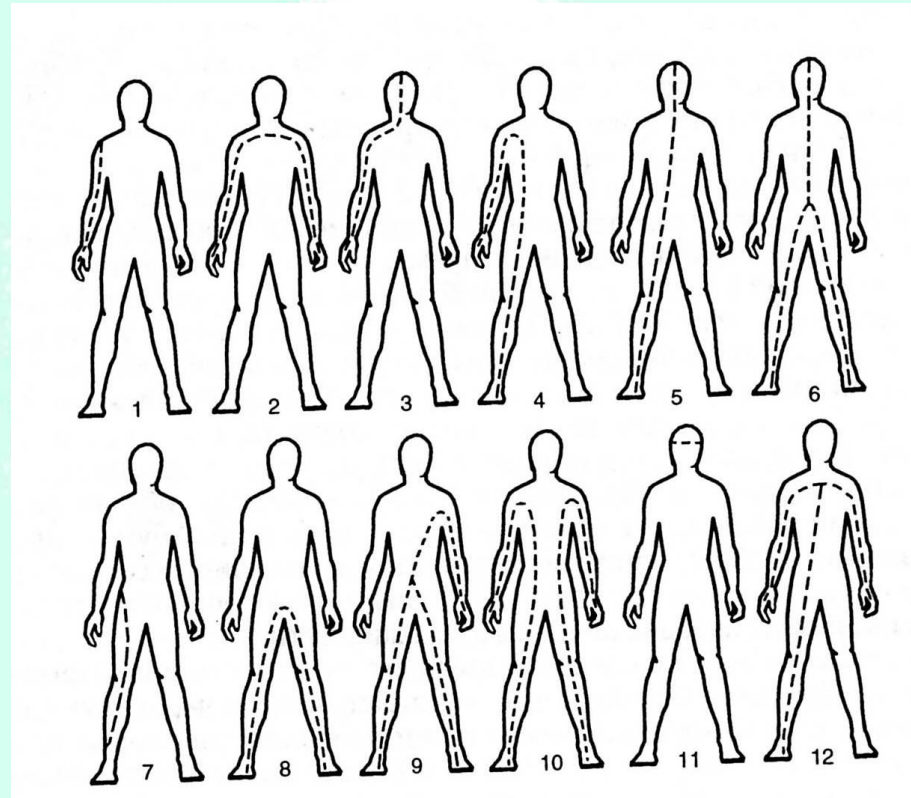
## Двухполюсное:

- исход травмы зависит от «петли тока»



# «Петля тока»

Пути прохождения электрического тока по организму



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

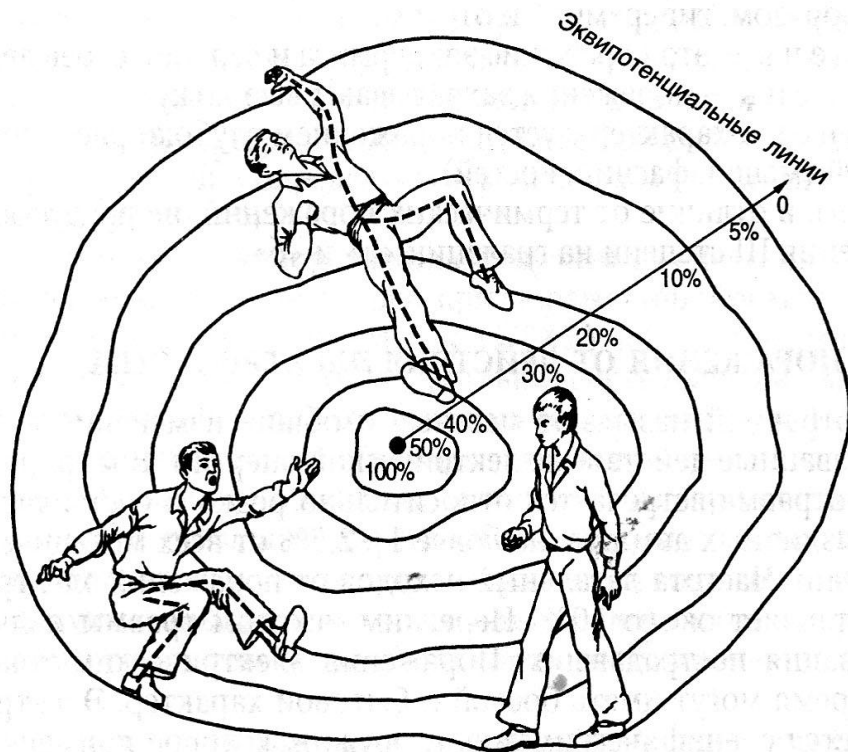


# Поражение от действия шагового напряжения

- Поражение происходит при касании человека двух точек земли, имеющих разные потенциалы
- ШН – разность потенциалов, находящихся на расстоянии длины одного шага ( $\approx 70\text{см}$ )
- Поражающее действие тока зависит от
  - напряжения ЭТ
  - направления движения



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



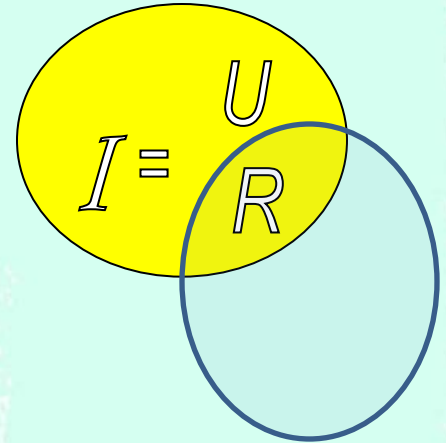
- Потенциал кратера -100%
- По мере удаления потенциал уменьшается
- При движении вдоль - разность потенциалов равна «0»
- При движении перпендикулярно- «шаговое напряжение»
- Судороги нижних конечностей – падение и гибель


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)

**Шаговое напряжение**

# 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



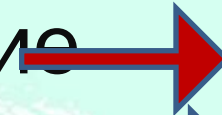


Сопротивление сухой кожи  
человека = 2 000 000 Ом

Сопротивление влажной  
кожи снижается до 1000 Ом

# Ток оказывает

- Биологическое действие
- Электрохимическое действие
- Механическое действие
- Тепловое действие





# 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

# → 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



# 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



# Тепловое действие тока

- 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)



# Неспецифическое действие тока

Вне пределов организма электрическая энергия переходит в другие виды энергии, вызывающие повреждения:

- Вспышка вольтовой дуги вызывает ожоги кожных покровов и глаз
- Поражение высоковольтным электричеством может сопровождаться взрывом, что приводит к повреждению органов слуха
- Разбрызгивание и разбрасывание частиц проводника –металлизация кожи

# Клинические проявления электротравмы

## Общие проявления:

- Нарушения сердечного ритма
- Расстройства дыхания
- Нарушения сознания

## Местные проявления:

- Контактные электроожоги
- Ожоги вспышкой вольтовой дугой (лицо, кисти, электроофтальмия)

# Клинические проявления электротравмы

## *Степени тяжести электротравмы:*

**I степень** – кратковременные судорожные сокращения мышц без потери сознания

**II степень** – судорожны сокращения мышц с потерей сознания , но с сохранившимся дыханием и функцией работы сердца

**III степень** – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или сознания

**IV степень** – моментальная смерть

# Причины смерти от электротравмы

## Мгновенная смерть:

- *Фибрилляция желудочков*
- *Остановка дыхания:*
  - ✓ *паралич дыхательного центра*
  - ✓ *спазм голосовых связок*

## Поздняя смерть

# 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)

• *Сознание +*  
• *Дыхание +*  
• *Пульс +*

*В ЛПУ*

• *Сознания нет*  
• *Дыхание +*  
• *Пульс +*

• *СБП*  
• *Контроль за витальными функциями*

• *Сознания нет*  
• *Дыхание -*  
• *Пульс +*

• *ИВЛ*  
• *Контроль за витальными функциями*

• *Сознания нет*  
• *Дыхания нет*  
• *Пульса нет*

• *СЛР*

# 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, но характерно:

- Симметричное поражение н. конечностей («шаговое напряжение»)
- Метки тока – «фигура молнии»
- Более часто – потеря сознания и остановка кровообращения



# 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 остался живым после семи ударов молнией.

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

У индейцев Анд удар молнией считается необходимым для достижения высших уровней шаманской инициации.