

ASIGNATURA: SALUD LABORAL

LESIONES PRODUCIDAS POR LOS ACCIDENTES ELECTRICOS

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. FISIOPATOLOGÍA DE LOS ACCIDENTES ELÉCTRICOS**
- 3. FACTORES DE GRAVEDAD**
- 4. LA ELECTROCUCIÓN**
- 5. SECUELAS DE LOS ACCIDENTES ELECTRICOS**
- 6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD. TRATAMIENTO
DE URGENCIA**
- 7. LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA**

ELECTRICIDAD

- Los accidentes eléctricos son poco frecuentes, pero muy graves por lo general.
 - el 0.5% del total de los accidentes de trabajo
 - el 1.1% de los accidentes graves, que determinan incapacidad permanente
 - el 5.7% de los accidentes mortales.
- Las actividades laborales
 - la fabricación de productos metálicos: 25%
 - la construcción: 13.5%
 - la fabricación de maquinaria y material eléctrico: 11.5%
- El grupo de edad
 - el más afectado 25 - 30 años (generalmente varones)
 - Al ↑ edad, ↓ el número total de accidentes pero ↑ el número de accidentes mortales
- Las causas
 - conductas personales incorrectas
 - infracciones de las normas de seguridad
 - exceso de confianza.

Corriente eléctrica: movimiento de electrones que tiene lugar cuando dos cuerpos de distinta carga y concentración electrónica se unen por un conductor. Según sus características:

1. Por su tensión:

- Baja tensión (110-1000 V) utilizada en iluminación, aparatos electrodomésticos e industria (500-1000 V)
- Alta tensión (1000-5000 V)

2. Por el sentido de los electrones:

- Contínua (c.c): cuando el sentido es siempre el mismo
- Alterna (c.a.): cuando los electrones oscilan en un sentido (fase positiva) y en el contrario (fase negativa)

3. Por la frecuencia (número de ciclos/segundo):

- baja frecuencia
- alta frecuencia

• El tipo de corriente que más accidentes provoca:

- baja tensión (75,05%)
- alterna (78.19%) debido a su mayor utilización

FISIOPATOLOGÍA DE LOS ACCIDENTES ELÉCTRICOS

Las lesiones producidas por la electricidad son consecuencia de la acción de descargas eléctricas provocadas cuando la corriente eléctrica circula a través del organismo. Se requiere:

1. la existencia de un circuito eléctrico cerrado (ddp)
2. una persona que entre a formar parte de este circuito

Formas de contacto con la corriente eléctrica:

- **Contacto directo:** con partes “activas”, el cuerpo humano cierra el circuito o conecta el cable conductor con tierra
- **Contacto indirecto:** con elementos “masa”, aparato sometido a tensión, incorrectamente aislado
- **Contacto a distancia** (por “arco eléctrico” o “arco voltaico”). La fuente no está en contacto con el cuerpo. Cuando tensión ↑↑ y distancia ↓↓

EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA CORRIENTE ELÉCTRICA

1. Efectos de naturaleza FÍSICA: por el calor liberado al paso de la corriente eléctrica (por el efecto Joule: $Q=0,24 R I^2 t$) (c.a.) produciendo QUEMADURAS ELÉCTRICAS (88% de las lesiones producidas por accidentes eléctricos no mortales).
2. Efectos de naturaleza QUÍMICA: CAMBIOS ELECTROLÍTICOS en la sangre al ser atravesada por la corriente eléctrica (c.c.)
3. Efectos de naturaleza BIOLÓGICA: interferencia en el funcionamiento de diversos órganos:
 - los músculos: TETANIZACIÓN (contacción muscular involuntaria y sostenida) y PARALIZACION MUSCULAR DEL APARATO RESPIRATORIO, con riesgo de asfixia.
 - El corazón: FIBRILACIÓN (contracción desordenada) dificultando la circulación de la sangre y aporte de oxígeno. Sólo si coincide en la trayectoria de la corriente
 - El sistema nervioso: afectación de las ACTIVIDADES VITALES como la respiración, la actividad cardíaca
 - El riñón
4. Otros efectos:
 - las caídas, por pérdida de equilibrio o inconsciencia produciendo LESIONES en cráneo, columna vertebral y extremidades.
 - Secuelas de quemaduras, CICATRICES, RETRACCIONES e incluso AMPUTACIONES.
 - lesiones oculares (conjuntivitis, cataratas) por el arco eléctrico
 - lesiones auditivas (hipoacusia)

FACTORES DE GRAVEDAD

El organismo humano al ser atravesado por la corriente eléctrica, actúa como un conductor [ley de Ohm ($I=V/R$)]

I = Intensidad de corriente

V = tensión eléctrica o ddp

R = resistencia del organismo al paso de la corriente eléctrica

1. INTENSIDAD DE LA CORRIENTE: “es la intensidad la que mata”
(a mayor Intensidad mayor riesgo)

- $I = 1$ mA (“umbral de percepción”): sensación de hormigueo (c.a) o de calor (c.c.)
- $1 - 10$ mA aparecen contracciones musculares
- $I > 10$ mA contractura muscular brusca (“límite de seguridad”)
- $I \approx 25$ mA contracción de músculos respiratorios y bronquiales
- $80-100$ mA fibrilación ventricular (c.a., 50 Hz); > 300 mA (c.c)

2. TENSIÓN DE LA CORRIENTE (mayor tensión mayor riesgo)

- $V = 25$ V (“tensión de seguridad”, Reglamento Electrotécnico para baja tensión)
- $V < 50$ V suelen ser inocuas para el organismo
- $V > 500$ V pueden ser mortales (por habituación 2000-5000 V)
- $300-800$ V maximo riesgo (con I de 80 y 100 mA)

- Baja Tensión, predominan los EFECTOS BIOLÓGICOS
- Alta tensión predominan los EFECTOS TÉRMICOS, “si los amperios son los que matan, los voltios son los que queman” y lesiones graves a consecuencia del arco voltaico (combustión de las ropas dando extensas quemaduras, carbonizaciones y lesiones oculares por deslumbramiento)

3. RESISTENCIA CORPORAL (oposición del cuerpo humano al paso de la corriente eléctrica). A menor resistencia más intensos son los efectos de la corriente.
- El elemento esencial en la resistencia es la piel (epidermis). Varía según la zona del cuerpo ($R = 100-100.000$ ohmios)
 - El resto del cuerpo, excepto huesos, actúa como buen conductor
 - Además existen variaciones individuales en función de:
 - Edad: a \uparrow edad, \downarrow resistencia
 - Sexo: mujeres $<$ resistencia que los hombres
 - Estado físico: \uparrow en mejor estado de salud
 - Otros: sed, fatiga, hambre, enfermedades, sudor, etc.
 - Factores externos: indumentaria, calzado, suelo, protección de manos y humedad ambiental (a mayor grado de humedad menor resistencia)

Clasificación de lugares de trabajo (humedad ambiental)

1. En condiciones secas (excepcionalmente)
 2. En condiciones húmedas (son las más habituales)
 3. En condiciones mojadas (proyecciones de agua, jardines, etc)
 4. En condiciones de inmersión (piscinas, duchas, etc), donde $R \downarrow \downarrow$
- Cuando la tensión es muy alta (>500 V), la resistencia que ofrece la piel es despreciable y carece de efecto
 - Norma UNE 20572 “Valores de resistencia del cuerpo humano en función de la tensión de contacto aplicada”.
 - CEI (Comité Electrotécnico Internacional) establece la resistencia del cuerpo humano en función de la tensión de contacto y de las condiciones de humedad de la piel

CONCLUSIONES: (Ley de Ohm) [$I=V/R$]

1. A medida que aumenta la R disminuyen las consecuencias
2. Si la V no puede variarse, conviene aumentar la R para disminuir de esta manera la I y consecuentemente el riesgo.

4. TRAYECTORIA DE LA CORRIENTE

- La corriente eléctrica sigue, dentro del organismo, el camino más corto a través del recorrido de menor resistencia.
- Los efectos sobre los órganos vitales (corazón y cerebro) sólo tienen lugar si se encuentran en la trayectoria de la corriente
- Trayecto longitudinal (mano-pies) más peligroso para el corazón que el trayecto (mano-mano) que es el más frecuente

5. TIEMPO DE CONTACTO (t_c) (a mayor t_c mayor efecto)

- En contactos con corrientes de
 - baja tensión el t_c aumenta (varios seg o min) debido al fenómeno de tetanización
 - alta tensión el t_c se acorta (como máximo 1-2 seg) porque la persona sale despedida
- I y t_c guardan relación con el fenómeno de fibrilación ventricular.
 - Con 15 mA → 120 s de duración;
 - con 20 mA → 60 s;
 - con 30 mA → 35 s;
 - con 100 mA → 3 s
 - Para un $t_c < 3$ s → OIT [I (mA) = $60/\sqrt{t}$]

La Norma UNE (20572) establece 5 zonas de riesgo en función de la intensidad y el tiempo)

6. TIPO DE CORRIENTE

- La corriente continua → fenómenos de naturaleza QUÍMICA, debidos a cambios electrolíticos (mayores a mayor tensión)
- La corriente alterna → efectos en función de la frecuencia
 - A 50-60 Hz (frecuencia comercial): 220 V (c.a.) es 4 o 5 veces más peligrosa que (c.c)
 - Al ↑ la frecuencia aumenta la gravedad de los efectos
 - A frecuencia > 10.000 Hz (corrientes de alta frecuencia) la gravedad empieza a disminuir
 - A 300.000 Hz desaparece los efectos patológicos químicos y biológicos y predominan los térmicos. La corriente ya no resulta peligrosa (corriente terapéutica)

7. DENSIDAD DE LA CORRIENTE (intensidad de la descarga eléctrica por unidad de superficie) [$D=I/S$] (al ↑ densidad de corriente ↑ los efectos térmicos)

- En superficies de contacto muy pequeñas → la densidad es muy alta, y se producen las típicas “marcas o manchas eléctricas” que marcan el punto de entrada debidas al intenso calor desarrollado

LA ELECTROCUCIÓN

La muerte producida por la electricidad: el agente etiológico es la electricidad industrial.

Puede ser:

- **instantánea o inmediata** por:
 - Inhibición de los centros bulbares: cuando la corriente pasa a través de estos centros (con tensiones > 5000 V). Se produce una parálisis del centro respiratorio (poco frecuente)
 - Asfixia: con tensiones bajas que producen una tetanización persistente de los músculos respiratorios. La víctima queda agarrotada incapaz de liberarse del conductor
 - Alteraciones circulatorias debidas a la fibrilación ventricular cuando el corazón queda incluido en la trayectoria de la corriente (brazo izquierdo-pierna derecha; bastan 5 segundos para producir la muerte por fibrilación ventricular).
- **tardía** (después de varias horas). Inconsciencia, inhibición de las funciones vitales (cuadro de “muerte aparente”). La muerte real aparecerá por asfixia, edema cerebral y pulmonar, lesiones de órganos internos, aspiración del contenido gástrico regurgitado, etc.

LESIONES PRODUCIDAS EN LA ELECTROCUCIÓN

1. Lesiones locales

- **Marca eléctrica:** debida al calor que genera la corriente a su paso por el cuerpo (efecto Joule) tanto mayor cuanto mayor sea la resistencia y a la densidad de corriente (Cuando la R de la piel es pequeña y la superficie de contacto es muy extensa, la marca eléctrica puede ser macroscópicamente imperceptible)

Las características de la marca eléctrica son:

- Reproduce la forma del objeto conductor causante
 - Su color es blanco amarillento y su consistencia firme
 - Aparece como incrustada, su profundidad es variable
 - Es indolora, sin rubicundez ni inflamación
 - los pelos de la región están indemnes y retorcidos
 - Se elimina con escasa secreción y la cicatrización es fácil
-
- **Quemaduras:** tres orígenes:
 - el calor que desarrolla el efecto Joule,
 - las chispas eléctricas que se desprenden en arco voltaico
 - el incendio de la ropaAparece eritema, vesícula, escara, etc. Pueden alcanzar distinta profundidad: cutánea, muscular, visceral y ósea (“perlas óseas”)
-
- **Metalizaciones:** pequeñas partículas metálicas fundidas y vaporizadas en la zona del punto de entrada, que en ocasiones reproducen la forma del objeto metálico.

- **Salpicaduras:** partículas metálicas de mayor tamaño que en número reducido se distribuyen de forma dispersa.
- **Pigmentaciones o precipitaciones:** partículas pulverulentas y grumosas procedentes del conductor o del material aislante del cable.

2. Lesiones generales:

- **Signos faciales:** debido al mecanismo de muerte por asfixia: azul (de intensa cianosis), blanco (sin cianosis) o de falso hongo de espuma (emerge espuma por la boca)
- **Signos cutáneos:** generalmente contusiones debido a la caída al suelo de la víctima y a los golpes que se producen como consecuencia de las convulsiones por la tetanización.
- **Signos óseos:** fracturas de extremidades superiores o inferiores y de la columna vertebral.
- **Lesiones viscerales diversas** en SNC, pulmones, corazón

SECUELAS DE LOS ACCIDENTES ELECTRICOS

Cuando el sujeto sobrevive al accidente eléctrico, pueden aparecer secuelas precoces (comienzan inmediatamente después de la descarga) y tardías (se retardan más o menos tiempo)

- Secuelas precoces

1. **Cerebrales.** Pérdida de conciencia, coma. Al despertar estado ebrioso junto con amnesia
2. **Motoras:** parálisis, hemiplejías, convulsiones, trastornos de la deglución
3. **Sensitivas:** neuritis con dolores, perturbaciones sensoriales como fopsias (sensación luminosa en forma de ráfagas o chispas), cataratas (duran 4-6 meses después del accidente) y acoasmas (sensación auditiva anormal), cefaleas
4. **Vasomotoras:** cianosis, rubicundez, palidez, hipotremia, edemas, aumento de sudoración
5. **Circulatorias:** angina de pecho, infarto de miocardio, alteraciones del pulso, insuficiencia cardíaca.
6. **Psíquicas:** síndromes maníacos, depresivos, delirantes y confusionales o demenciales

- Secuelas tardías

1. **Neurológicas:** atrofas musculares, síndrome parkinsoniano
2. **Psíquicas:** de esencia neurótica (neurosis o histerias), cuadros de angustia y ansiedad, cuadros delirantes o demenciales

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Las MEDIDAS DE PREVENCIÓN van encaminadas a EVITAR EL CONTACTO con la corriente eléctrica:

1. Evitar el contacto directo mediante el alejamiento de partes activas del circuito o la interposición de obstáculos.
2. Evitar el contacto indirecto (contacto con elementos “masa”), mediante utilización de tensiones de seguridad, separación de circuitos, aislamientos, recubrimiento de masas accesibles.

PRINCIPIOS BÁSICOS de seguridad:

- no manipular máquinas y herramientas que estén conectadas
- comprobar la ausencia de tensión antes de reparar,
- bloqueo y señalización de los dispositivos de corte
- medidas que aseguren la calidad de aparatos e instalaciones

El uso de MEDIDAS DE PROTECCIÓN, no evitan el contacto con la corriente, pero pueden hacer que DISMINUYAN LOS EFECTOS DE LA CORRIENTE:

1. Medidas que disminuyen el tiempo de contacto: dispositivos de corte o diferenciales y la puesta a tierra o neutro.
2. Medidas que aumentan la resistencia al paso de la corriente: uso de pértigas aislantes, alfombras, plataformas, taburetes, herramientas de mango no conductor, prendas y EPIs.

Correcta SEÑALIZACIÓN y la FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES en cuanto a los métodos de trabajo (riesgos y normas de seguridad) y a los primeros auxilios dado que en este tipo de accidentes la rapidez con la que se actúa es crucial

TRATAMIENTO DE URGENCIA

Si el accidentado está en estado de muerte aparente la reanimación habrá de realizarse antes de que hayan transcurrido 4 minutos

Los trabajos de alto riesgo deberán ser realizados como mínimo por dos personas con nociones en PRIMEROS AUXILIOS

1. Cortar la corriente, si el aparato de corte está próximo.
2. Separar al accidentado utilizando materias aislantes
3. Realizar la respiración artificial si lo requiere (boca a boca) que debe ser inmediata, ininterrumpida y duradera.

Si está consciente y conserva sus funciones vitales no debe levantarse, aflojar las ropas y colocar en posición decúbito lateral para evitar regurgitaciones y aspiración de vómito

4. Proceder, además, al masaje cardíaco, si no se observan cambios a las 10 o 15 insuflaciones, ininterrumpidamente hasta asistencia médica
5. Trasladar rápidamente a un centro hospitalario (reanimación, desfibrilación, etc).

TRATAMIENTO DE URGENCIA DE GRANDES QUEMADURAS.

Las quemaduras graves casionan pérdida de proteínas y agua que pueden evolucionar a una insuficiencia renal irreversible.

1. Administrar 200 ml de solución alcalina (1 cucharada de bicarbonato en 250 ml de agua)
2. Traslado rápido a centro de quemados, donde se administrará perfusión parenteral y cuidados locales tras recuperación inicial

LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA

Se crea por fricción de dos materiales de diferente composición almacenándose en ellos las cargas eléctricas. Si entran en contacto con un cuerpo conductor no aislado se descargan.

Los efectos producidos son poco importantes, EL RIESGO MAYOR ES EL DE INCENDIO, cuando el exceso de carga electrostática produce un arco eléctrico, si están próximos materiales combustibles (máquinas o instalaciones giratorias con puntos o zonas de fricción)

- rodillos de cintas transportadoras
- correas de transmisión
- transporte de fluidos por tuberías
- fabricación de papel
- pintado de objetos a pistola, por pulverización

Medidas preventivas: (puesta a tierra, adecuada ventilación y alto grado de humedad relativa)