

Riesgos Eléctricos en Pabellón
MILLARAY FONSECA CHANDÍA
ENFERMERA UNIDAD QUIRÚRGICA
HOSPITAL DEL TRABAJADOR
CONCEPCIÓN

Electricidad es una forma de energía que se manifiesta por una fuerza de atracción independiente de la gravedad, y cuyas propiedades permiten transmitirla convenientemente de un punto a otro. Sin embargo aún es un concepto que no se ha podido definir en forma clara y exacta y todo lo escrito sobre el particular no es otra cosa que teorías. Teoría electrónica, teoría aceptada actualmente, que considera que las partes más pequeñas en que se puede dividir la materia (átomos) poseen cargas eléctricas llamadas protones (electropositivas), y los electrones (electronegativas). El desplazamiento de estas últimas hace conducir la electricidad.

Algunos aparatos eléctricos, los generadores entre ellos son aplicaciones mediante las cuales se transforma en electricidad alguna otra forma de energía, como el calor y la energía mecánica. En otros casos se convierte la electricidad en una forma diferente de energía, como el calor y el movimiento. En un motor eléctrico por ejemplo, la corriente se utiliza para producir energía mecánica, mientras que en una lámpara eléctrica se convierte en energía de calor y luz.

Los avances más importantes en este campo se han verificado a partir de la notable invención de la pila eléctrica, debida al físico italiano Alejandro Volta, en 1800, con la cual el hombre pudo disponer por primera vez de una fuente continua de electricidad.

CONCEPTOS GENERALES.

La cantidad de electricidad que pasa cada segundo por una sección transversal de un conductor se denomina intensidad y su unidad de medida es el amperio. Todo conductor ofrece una cierta resistencia al paso de la corriente eléctrica. La unidad de resistencia es el ohm. En ciertos aspectos, la corriente que fluye a través de un conductor se comporta de manera semejante a la corriente de agua que fluye por una cañería. En ambos casos el movimiento es ocasionado por una diferencia de presión entre dos puntos distintos del conductor. En una batería, por ejemplo la diferencia de tensión entre los dos polos ocasiona la corriente de electrones. Esta diferencia de tensión eléctrica entre dos puntos o potencial se mide en voltios. Un voltio es la tensión capaz de producir una corriente de un amperio a través de una resistencia de un ohm. La unidad de potencia eléctrica es el vatio, unidad que indica la proporción en que se utiliza la electricidad.

CONDICIONES DE LAS CORRIENTES PELIGROSAS

El resultado final del paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano no puede predecirse en un caso determinado. Existen muchos factores que influyen en la gravedad de una lesión por electricidad, siendo éstos:

1. Tipo de circuito continuo _alterno
2. Voltaje
3. Amperaje
4. Resistencia del cuerpo
5. Trayecto de la corriente
6. Duración del contacto
7. Superficie sobre la cual se apoya el cuerpo

1.El tipo de la corriente eléctrica implicado, puede ser continua o alterna: mientras la corriente continua produce cambios electrolíticos y espasmos musculares, la corriente alterna produce contracciones musculares y sudoración.

2.El voltaje: cuanto mayor es el voltaje, mayor es su efecto sobre el organismo. Se ha informado de muertes por contactos con circuitos de 60 voltios mientras que el contacto con circuitos de menos de 24 voltios, es generalmente inofensivo.

3. El amperaje: es la demanda del flujo de corriente por unidad de tiempo. Una pequeña corriente de 100 miliamperes puede producir fibrilación ventricular en determinadas circunstancias, pudiendo producir P.C.R. por lesión del S.N.C. incluso con amperajes menores.

4. Resistencia del cuerpo, la conductibilidad eléctrica de los tejidos es paralela a su contenido de agua. Oponen menor resistencia, siendo por lo tanto, buenos conductores, el sistema vascular (sangre, linfa), músculos y L.C.R., mientras que el esqueleto ,nervios periféricos y piel tienen una resistencia más elevada .

La resistencia de la piel normal disminuye por la humedad, y este factor por sí solo, puede hacer que una lesión que ordinariamente no pasaría de ser moderada se transforme en un choque mortal. La resistencia de la piel seca es 20 veces mayor que la de la piel húmeda, siendo de más o menos 5.000 ohms. En las vísceras cae a 100 ohms, de modo que voltajes muy bajos, según Lattarjet, pueden producir electrocución, ya que al disminuir la resistencia se pueden obtener intensidades fatales (ley de ohm $I = V / R$).

5. Trayecto de la corriente: el paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo es crucial. Si el paso de la corriente tiene como puntos de contacto la pierna y el piso, la lesión será menos perjudicial que en aquellos en que los polos del circuito están en la cabeza y en un pie, o en su trayectoria está involucrado el corazón. Por lo tanto, es importante colocar al paciente en la mesa del pabellón de tal modo que las placas y tomas de tierra pasen distantes del corazón.

6. Duración del contacto: mientras más tiempo dure el paso de la corriente por el organismo, más nefasto será influyendo en su pronóstico. Si es superior a un segundo, necesariamente encontrará al corazón en el periodo vulnerable de su ciclo, provocando un paro cardíaco. La corriente es capaz de producir contracciones musculares que si persisten pueden incluso producir fracturas.

8. Superficie en que se apoya el cuerpo en el momento del contacto, es sabido que está sobre una superficie llena de agua o húmeda es más vulnerable o susceptible a las lesiones por electricidad.

EFFECTOS GENERALES DE LA ELECTRICIDAD EN EL HOMBRE

Estos efectos, todavía no se conocen perfectamente, pero por lo regular son los siguientes:

- a) Quemaduras, ya que la energía eléctrica generada por las corrientes de alta tensión se transforma en calor. A este tipo de lesión es mas apropiado llamarlo Necrosis Eléctrica.
- b) Fibrilación ventricular y muerte por insuficiencia circulatoria. El umbral de fibrilación ventricular varía de una persona a otra, y está influenciado por
- c) Varios factores : hipoxia, factores metabólicos , stress ,anestésicos ,etc. por eso es que a veces corrientes de pequeños voltajes pueden producir este accidente , y es lo que se observa en la mayoría de los casos descritos.
- d) Contracciones musculares que pueden ser simples sacudidas o movimientos anormales semejantes a crisis convulsivas.
- e) Paro respiratorio, se produce con voltajes elevados.

- f) Paro cardíaco, se produce con corrientes de alta tensión, pero la función ventricular se reanuda cuando cesa la corriente.
- g) Muerte, es probable que esta sobrevenga por insuficiencia circulatoria o a causa de lesión en centros bulbares. Todavía no se sabe si esta lesión neurológica es secundaria al vasoespasmismo o si se produce por aumento de la temperatura del cerebro, o bien si resulta de la lesión directa de las neuronas.

MONITOREO, RIESGOS Y SEGURIDAD ELECTRICA

Los riesgos eléctricos del monitoreo son considerables, existiendo actualmente medidas para evitarlos, mejor construcción del material y mayor conocimiento de las normas de utilización de ellos.

La electrocución en pabellón de operaciones no es muy frecuente afortunadamente, pero debemos considerar que el número de aparatos eléctricos en el ambiente que rodea al paciente en pabellón, aumenta sin cesar en los últimos años, exponiendo tanto al enfermo, como al operador y todos los que lo rodean a riesgos de diferente naturaleza.

Hay varios puntos importantes que considerar y que pueden contribuir a aumentar los riesgos del monitoreo, y que se deben conocer para evitarlos.

1. Energías eléctricas utilizadas en el paciente en condiciones normales hay riesgos para:
 - a) El paciente, por quemaduras a nivel de los electrodos de vigilancia.
 - b) Para el operador, un choque eléctrico en el curso de una desfibrilación.
2. Cuando se utilizan aparatos eléctricos defectuosos hay riesgos para:
 - a) El paciente, fibrilación cardíaca por una corriente de fuga en el curso de un monitoreo, particularmente por un catéter intracardiaco. En efecto una corriente de fuga intracardiaca de 0,1 miliamperes, presenta la gran posibilidad de iniciar una fibrilación, pero si el catéter se encuentra en un gran vaso se requiere de dos miliamperes para que se produzca igual efecto.
 - b) El operador: riesgo de electrocución por desperfecto de tierra con contacto accidental de una parte de la red con envoltura del aparato.
3. No funcionamiento del equipo eléctrico, que en ese momento es vital para el enfermo, por ejemplo un desfibrilador o falla en el registro de un monitoreo.
4. Accidentes que se deben a error humano, como una falsa maniobra, error en la manipulación de los contactos y comando de los equipos mal puestos o mal protegidos. Es muy común ver en algunos pabellones, cables de prolongación en el suelo, enchufes triples en que la conexión a tierra no existe o está mal conectada, conductores en que la pérdida del material aislante se suple con tela adhesiva, etc.

SEGURIDAD

Para evitar estos riesgos, se deben tomar una serie de medidas a diferentes niveles:

1. A nivel de la construcción de los aparatos, como por ejemplo, utilización de circuitos altamente aislados para las partes que se aplican al paciente.
2. A nivel de la instalación, por ejemplo para evitar el riesgo de electrocución se debe tener una tierra eficaz (de impedancia débil) en los aparatos eléctricos. Esta tierra debe ser controlada regularmente, para pesquisar cualquier deterioro.
3. Multiplicidad de aparatos: el empleo simultáneo de muchos aparatos eléctricos, puede llevar a riesgos de accidente, aunque cada aparato está protegido por sí mismo en forma aislada. Por ejemplo la utilización de un bisturí eléctrico en el curso de un monitoreo, ha producido quemaduras a través de los electrodos, la explicación es simple, si el electrodo indiferente del

bisturí eléctrico está lejos del electrodo cortante, mientras los electrodos del monitoreo están más cerca de las conexiones a tierra, se produce un circuito preferencial de alta frecuencia por estos últimos electrodos. Teniendo una superficie pequeña se crea una intensidad de corriente suficiente para provocar quemaduras directas y la pequeña placa del monitor se comporta como detector. Por lo tanto, esto prueba que los circuitos de alto aislamiento son indispensables en el pabellón. Todo error mínimo en el circuito eléctrico (desenchufar accidentalmente un cordón, el desgaste, la mala tierra, etc) pueden hacer que aparezca un circuito nuevo.

UNIDADES ELECTROQUIRURGICAS (UEQ)

Estos equipos producen energía eléctrica de alta frecuencia. Se logra la coagulación con el calor obtenido por corriente eléctrica de alta intensidad. La placa y sonda activa del paciente son los conductores.



Con el objeto de evitar quemaduras en lugares que no sean los cercanos a la sonda activa, la placa del paciente ha de conducir corriente a densidad sumamente baja. Si el alambre de la placa del paciente (alambre de retorno) se abre accidentalmente, el retorno de la corriente seguirá otra senda. Quizás sea una que tenga pequeñas áreas de contacto con el paciente como por ejemplo, el electrodo de E.C.G., causando quemaduras de la piel.

Entre los aspectos más importantes de la seguridad eléctrica en el quirófano está el debido cuidado y manipulación de la unidad electroquirúrgica. En muchos hospitales, estos aparatos representan la parte principal del equipo eléctrico utilizado.

La orientación del personal debiera incluir, demostraciones de todas las unidades electroquirúrgicas que se emplean. Además debieran estar disponibles instrucciones escritas con datos actualizados y precisos acerca del funcionamiento de tales aparatos.

Si se llevan a cabo revisiones periódicas, esto contribuirá a corregir errores en el uso del equipo y a evitar accidentes.

La placa a tierra incorrectamente colocada puede dar por resultado, quemaduras en el paciente, si bien la mayoría de las unidades electroquirúrgicas usadas cuentan con sistemas de alarma audible o visuales para advertir toda rotura en la instalación a tierra, no asegura que la placa tenga buen contacto con el paciente.

La enfermera debe verificar cuidadosamente todos los componentes de las unidades electroquirúrgicas antes, durante y después de su uso.

CON ANTELACIÓN AL USO ES NECESARIO

1. Determinar cual es la unidad electroquirúrgica que se empleará y como ha de usarse.
2. No emplear una UEQ si se está usando algún agente anestésico explosivo.
3. No usar ningún cordón roto, agrietado, deshilachado o remendado.
4. Informar acerca de todo artículo que no funcione debidamente y quitarlo de la unidad.
5. Verificar los sistemas de alarma.
6. No poner nada encima de la UEQ.
7. No usar placas de metal que estén rotas o dobladas o cuyos bordes no estén lisos.
8. Colocar la placa neutra lo más cerca posible del lugar de la incisión, evitando las protuberancias óseas, áreas velludas, escarificadas o excesivamente adiposas. La placa debiera estar en contacto directo firme y lisa con la piel desnuda en un área que tenga buen suministro sanguíneo. Si el paciente usa marcapasos, debería estar lo más lejos posible de éste. En este caso es necesario informar al cardiólogo tratante del paciente.
9. Si se mueve al paciente, verificar la posición correcta de la placa.
10. Después de reposicionar la placa, verificar la conexión del cable a tierra.
11. Hay que cerciorarse de que ninguna porción de la superficie cutánea esté en contacto con los terminales, u otra superficie metálica.

DURANTE EL USO

1. Colocar la unidad de manera que se encuentre en posición de ser usada y hacer las conexiones necesarias para ello.
2. Cuando se emplea pedal, colocarlo de manera que quede completamente a la vista del operador (solo el operador debe activar el pedal)
3. Colocar los cordones de tal manera que no haya peligro de tropezar con ellos, no se pase equipo con ruedas por encima de cordones eléctricos.
4. Si el operador repetidamente pide calibración más alta, verificar la placa de toma de tierra y el cordón.
5. Quitar toda la placa de toma de tierra que no se use. Si se desconectara una y se aplicara otra, la primera debería quitarse.
6. Hay que cerciorarse de que la punta del electrodo activo está sujeto firmemente en la cuña y mantenerlo limpio durante la cirugía.
7. Mantener el electrodo activo aparte de todos los conductores en campo estéril. Si no se usa, cubrirlo con forro o bolsillo protector.



DESPUES DEL USO

1. Apagar todos los cuadrantes.
2. Desconectar primero el cordón de suministro de potencia y posteriormente, los restantes cordones, sujetando firmemente la clavija correspondiente.
3. Con lienzo húmedo lavar todas las piezas para uso repetido, nunca se deben sumergir los aparatos eléctricos en líquido, ni vaciarse líquidos sobre ellos.
4. Enrollar los cordones eléctricos, no deben doblarse, ni enredarse.

PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION

Existe peligro de fuego, explosión y flama eléctrica en la sala de operaciones, aunque hay pocos anestésicos inflamables en la actualidad. Puede ocurrir incendio o explosión si cuatro condiciones están presentes :

- 1) Agente inflamable.
- 2) Oxígeno (siempre presente)
- 3) Fuente de inflamación (la electricidad estática es la más frecuente)
- 4) Falta de cuidado del personal.

La medida de seguridad más importante contra el fuego y explosión es la educación del personal del quirófano. Cada uno debe conocer el peligro potencial y estar preparado para realizar acciones adecuadas si hay explosión o incendio. Entre las normas de seguridad vigente tenemos:

- 1) Conocer el sitio en que están los extintores de incendio y la forma de emplearlos.
- 2) Conocer lo que se debe hacer en caso de incendio o explosión.
- 3) Emplear material grueso para extinguir o sofocar las llamas de origen eléctrico.

UN AMBIENTE SEGURO DE QUIROFANO

El proporcionar al paciente quirúrgico un ambiente eléctricamente seguro no es tarea fácil. Aunque la administración y el departamento de ingeniería del hospital comparten la responsabilidad de crear un ambiente seguro, aquellos cuyo trabajo se lleva a cabo en esa área son igualmente responsables de asegurarse que tal ambiente se mantenga. Para ello, deben informarse todos los problemas en el funcionamiento y las fallas, según se observen. Hay dispositivos que de un minuto al siguiente

pueden funcionar mal y resultar peligrosos. La seguridad comienza con el establecimiento y la imposición de buenas prácticas de seguridad. La prevención, parte integral de todo programa contra accidentes, igualmente ha de acentuarse.

Para tener la certeza de que el personal posee los debidos conocimientos al respecto, es muy necesario la instrucción durante el trabajo. A medida que se añaden al inventario del quirófano nuevos dispositivos, aumenta el requisito de instrucción en el trabajo.

Es importante para todos, estar al tanto de las limitaciones al igual que de las ventajas de la unidad electroquirúrgica .

RIESGOS

En electrocirugía, toda pieza del equipo que entre en contacto con el paciente es un riesgo posible para él. Nos referimos a los electrodos de E.C.G. agujas monitores, catéteres monitores, etc. Por lo tanto, cuando se emplea UEQ y el paciente tiene implante corporal, la placa de dispersión debiera colocarse lo más lejos posible del área sensitiva.

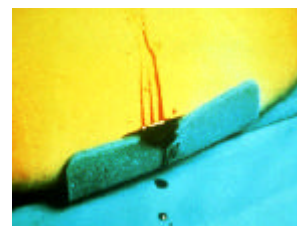
Un riesgo relativamente nuevo es la frecuencia de quemaduras al paciente durante laparoscopia. Esas quemaduras pueden evitarse si se usan cánulas de fibra de vidrio, con la corriente correcta (baja), conectando debidamente el paciente a tierra y cerciorándose de que está intacto todo el aislamiento. Igualmente es importante aislar todos los tejidos implicados en el procedimiento.

La seguridad eléctrica en el quirófano comprende la evaluación cuidadosa y la selección han de establecerse y respetarse. Si ha de evitarse el choque, importa que se observen estrictamente las siguientes normas:

- Todo aislamiento debe verificarse rutinariamente antes de su uso y reemplazarse según haga falta.
- Se pondrá a tierra correctamente todos los aparatos eléctricos.
- Periódicamente, deben verificarse las situaciones de alto voltaje respecto a acumulación de estática.
- Nunca deben emplearse adaptadores de eliminación.

PRINCIPALES CAUSAS DE FALLAS DE CONTACTO DE LA PLACA NEUTRA

- Falta de adherencia de placa desechable rehusada. Debe usarse solamente una vez porque el agente conductor autoadhesivo (gel) pierde ambas propiedades con el calor corporal, grasa o cualquier otro agente líquido.
- Placa desechable con autoadhesivo conductor seco por estar expuesto al ambiente fuera de su envase.
- Placa instalada en zona de superficies irregulares. No se atomiza.
- Placa instalada en sitio topográficamente apropiado pero muy lejano del epicentro eléctrico del polo activo (demasiado lejos del área de la operación).
- Placa instalada sin preparación cutánea (con alguna secreción, piel con grasa o vello) Se recomienda rasurar la zona de la placa en pacientes hombres y-o limpiar con alcohol como desengrasante.



El mal contacto con la placa es la principal causa de accidentes ya que en una primera fase, esta anomalía engaña al cirujano haciéndole creer que el equipo tiene baja potencia, este al ver el bajo rendimiento del equipo pide que se incremente la potencia, cuando esto sucede, bajo la placa se produce una necrosis que altera la impedancia (impedancia, es la resistencia que presentan los

cuerpos al paso de una corriente alternada) subiéndola a tal grado que disminuye aún más el rendimiento. El cirujano puede pedir por segunda vez que se incremente la potencia, pero en ese minuto los filtros de los monitores y otros equipos de apoyo están en límite de ser violados, produciéndose una fuga a través de los electrodos de monitoreo, causando necrosis por debajo de ellos.

Los fabricantes de equipos han diseñado un sistema de monitoreo del estado eléctrico de la placa, si este no es eficiente, el generador no es autorizado para deliberar energía. Esta etapa electrónica está incluida en el mismo electrobisturí y consiste en un circuito eléctrico que se cierra en la placa misma, la cual está dividida en dos partes que al ser adherido al paciente, cierra el circuito a través de la piel. El equipo electrobisturí envía un voltaje de baja amplitud en el orden de los milivoltios, que al retornar pasando por una sección cutánea vuelve a la tarjeta de control la cual a su vez, da la señal a un relevador electrónico que autoriza la emisión de radiofrecuencia. Si esto no se cumple, quiere decir que el circuito de placa está interrumpido y sencillamente no funcionará hasta que sea resuelto el problema.

El uso del equipamiento electroquirúrgico en el interior de un pabellón minimiza los riesgos, debido a que estos están implementados con sistemas de alimentación aislada, que por lo menos protegen de las fugas eléctricas de baja frecuencia, es decir los 50 hertz típicos en nuestras redes, pero no sucede lo mismo con la radiofrecuencia, que es más difícil de bloquear en su afán de retornar al equipo a través de cualquier medio conductor.

FENOMENO RADIOELECTRICO DE ULTRATERMIA

Este fenómeno se refiere a una fuga de radiofrecuencia a través de la lona húmeda o mojada con algún agente líquido conductor, ya sea sueros salinos, orina, etc. La fuga que va desde el paciente hacia la mesa quirúrgica o a cualquier superficie metálica, a través de la tela, que en su estado natural tiene ciertas propiedades dieléctricas (no conductoras) las cuales se ven alteradas por la presencia de estos agentes líquidos conductores.

El resultado de esta fuga es una curva de temperatura que puede alcanzar al menos y no más de 100 grados C. En la tela misma en contacto con la piel, sobre todo si esta zona corresponde a alguna prominencia ósea, que por aplastamiento reduce la distancia entre la masa corporal toda energizada, con respecto a la mesa o partes metálicas que se transforma, para este caso, como un electrodo neutro por defecto, provocando quemaduras que no son eléctricas, sino más bien el equivalente a quemaduras con agua caliente y esta seguirá lesionando mientras la lona siga húmeda.

1.- Lucy Jo Atkinson, "Biotechnology : Specialized surgical Tools", Chapter 10, Berry & Kohn's operating room Technique Seventh Edition, Mosby -Yearbook, 1992, pages 169-172.

2.- Barbara J. Gruendemann, Billie Fernsebner, "Technology Management: Electrosurgery" Chapter 10 comprehensive Perioperative Nursing Volume I Principles, Jones and Bartlett Publishers 1995, pages 315-323.

3.- AAGL Technical Bulletin Committee, "Electrosurgical Safety", AAGL Technical Bulletin, January, 1995, nº1 pages 1-7.