



Cuaderno Técnico N°1

Durante años, el personal que conforma **Digital Dinamic Sistem S.A** ha recibido muchas consultas acerca de los motivos por los cuales los equipos de electrocirugía ocasionan quemaduras en pacientes.

Este tema sigue aun en discusión a nivel mundial y puede encontrarse amplia bibliografía donde se trata de explicar las causas de este daño y las formas de prevención hacia el paciente.

En esta primera entrega se explicará al lector, de manera simple y amena los principios básicos del funcionamiento de una unidad de electrocirugía, para así poder comprender en las sucesivas entregas, desde lo conceptual, cuales son las posibles causas que ocasionan las quemaduras en pacientes y la manera más efectiva de prevenirlas.

¿Cómo funciona una unidad de electrocirugía?

El principio básico de funcionamiento de un equipo de electrocirugía consiste en producir una corriente eléctrica de radiofrecuencia con el propósito de cortar o coagular tejidos.

Todo pasaje de una corriente eléctrica a través del organismo produce un calentamiento a su paso (**Efecto Joule**). Un parámetro más útil para entender lo que sucede consiste en definir el concepto físico de densidad de corriente eléctrica, que se define como la cantidad de corriente eléctrica que circula a través de un área específica.

$$J(\text{dens.corriente}) = \frac{I(\text{corr.electrica})}{A(\text{area})}$$

Comprender la diferencia entre corriente eléctrica y densidad de corriente es fundamental en nuestro estudio.

Fundamentalmente el origen de las quemaduras reside en la concentración de una alta densidad de corriente eléctrica en un punto.

La expresión matemática que rige el calentamiento de función de la densidad de corriente es la siguiente:

$$T - T_0 = \frac{1}{\rho \cdot \sigma \cdot c} \cdot J^2 \cdot t$$

Donde:

T= temperatura final

T₀= temperatura inicial

J= densidad de corriente eléctrica

t= tiempo

c= calor específico

σ= conductibilidad eléctrica

ρ= densidad

A partir de esta expresión matemática podemos comprender que el incremento de la temperatura depende de varios factores a saber:

- Propiedades físicas de los tejidos, como ser su calor específico, conductibilidad eléctrica y densidad
- Densidad de corriente aplicada (modulo y área)
- Tiempo de exposición

Las únicas variables que puede variar un cirujano durante la intervención quirúrgica son:

- Corriente eléctrica (potencia) utilizada
- Tiempo de aplicación
- Elección de la forma de los electrodos

El resto son variables físicas relacionadas con los tejidos que no pueden ser modificados durante la intervención.

La placa paciente y el electrodo activo

La técnica monopolar consiste en aplicar al paciente la corriente eléctrica producida por la unidad de electrocirugía en la zona a intervenir mediante un electrodo que se denomina **activo**.

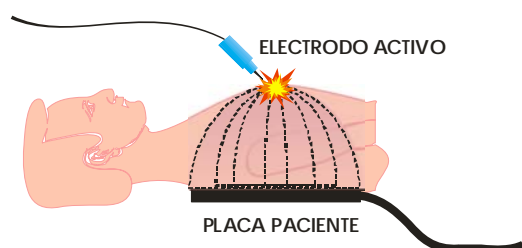


Figura 1

Para que pueda establecerse una circulación de corriente, el circuito eléctrico debe ser cerrado. Para este fin se debe utilizar un segundo electrodo al que se denomina **dispersivo, neutro, o placa paciente**.

Es muy importante comprender desde el punto de vista físico que la corriente eléctrica que entra al paciente es la misma que sale (**Leyes de Kirchoff**), pero por lo que veremos las densidades de corriente no deben ser idénticas ni los son.



¿Por qué el paciente puede quemarse?

Por lo explicado hasta el momento, puede comprenderse que el incremento de temperatura estará íntimamente ligado con la densidad de corriente aplicada y el tiempo de exposición.

De la **Figura 1**, se observa que la corriente eléctrica ingresa por el electrodo activo, atraviesa al paciente y sale por la placa paciente. Si bien la corriente eléctrica es la misma (**Leyes de Kirchoff**) las densidades de corriente no lo son ya que las áreas de los electrodos tal como se aprecia son muy distintas.

Área pequeña → Alta densidad

Área grande → Baja densidad

Como el área del electrodo activo es mucho mas pequeña que el área de la placa paciente, en la punta del electrodo activo se concentra una muy alta densidad de corriente eléctrica, la que provoca un incremento notable de la temperatura en la región de aplicación. **Esta es precisamente la propiedad que nos interesa para poder cortar o coagular tejidos.**

Como el área de la placa paciente es miles de veces mayor que el área del electrodo activo, la densidad de corriente en esta placa debe ser muy baja, lo que implica que su temperatura debe ser muy inferior a la que se presenta en la punta del electrodo activo.

En el año 1993 el **AAMI (Associattion for the advancement of medical instrumentation)** a través de su protocolo **HF-18** determino que la máxima temperatura segura que puede alcanzar la placa paciente no debe ser superior a los 45°C. Si la temperatura se incrementa por sobre este valor comienza a presentarse quemaduras en el paciente debido a la placa neutra.

Las mayores causas de quemadura se ocasionan precisamente en la placa paciente debido a deficiencias en las mismas o a la presencia de puntos calientes motivados por la aparición de burbujas de aire.

En las sucesivas entregas de estos **Cuadernos Técnicos** se presentara al lector, diversas técnicas para evitar estos inconvenientes y minimizar todo riesgo inherente al uso de las unidades de electrocirugía*

Bibliografía

- Electrosurgical Devices (2000) J Eggleston, W von Maltzahn;
- Electrosurgery self study guide (1999);B Ulmer;
- Principles of Applied Biomedical Instrumentation (1999); L Geddes, L Baker

Autor

Gustavo Wain (dimionsiselec@gmail.com)

Ingeniero electrónico **FIUBA**.

- Asesor consultor independiente especializado en temas de bioingeniería y seguridad eléctrica.
- Miembro permanente de la C11 Seguridad Hospitalaria de la **AEA**
- Jefe de Trabajos Prácticos de Ingeniería Clínica en la **UNSAM**
- Ayudante de Instalaciones e Instrumentación Biomédica (66.73) en la **FIUBA**