

# Electrocirugía

Nathalia Londoño Jaramillo, Natalia Sánchez Aldana, Juliana Velásquez Gómez,  
Juliana Villa Bedoya

Curso de Bioinstrumentación II, EIA-CES, 2006

## I. Introducción

La electrocirugía es la aplicación de electricidad por medio de radiofrecuencia sobre un tejido para obtener un efecto clínico deseado, principalmente, cortar el tejido. Esta electricidad genera calor en el mismo tejido, es decir, no es necesario aplicar calor desde una fuente externa para calentar el tejido sino que la electricidad hace que el tejido se caliente debido a su propia impedancia. Este método presenta una gran ventaja y es que el paciente sangra en mucha menor cantidad que en las cirugías donde se utilizan Instrumentos cortantes tradicionales, implica menor duración de las cirugías y facilidades para el médico que al mantener limpia el área de trabajo puede realizar el procedimiento con mayor facilidad.

Es necesario diferenciar la electrocirugía de la electrocauterización, ya que esta última técnica es más común y consiste simplemente en la utilización de corriente directa, donde los electrones fluyen en una sola dirección, para calentar un implemento quirúrgico que calienta el tejido favoreciendo el proceso de cauterización de los vasos. Durante la electrocauterización la corriente no ingresa en el cuerpo del paciente, solamente la parte caliente del instrumento entra en contacto con el tejido. Por el contrario en la electrocirugía se utiliza corriente alterna y el paciente se incluye en el circuito, es decir, la corriente ingresa en el cuerpo. Sin embargo, la cauterización de vasos también se puede realizar por medio de equipos de electrocirugía, durante este proceso la corriente no entra en contacto directo con el tejido, sino que pasa a través del aire hacia el tejido por medio de un arco de corriente y es conducida por los diferentes iones del cuerpo.

El circuito completo de una unidad de electrocirugía (Figura 1) está compuesto por el generador, un electrodo activo, el paciente, y un electrodo de retorno del paciente. El tejido del paciente genera una impedancia y los electrones al vencerla generan calor.

- Generador electroquirúrgico de radio frecuencia: Es la fuente de la corriente de electrones y el voltaje. Es un generador de alta potencia y alta frecuencia.

- Electrodo activo: Tiene un área de sección transversal muy pequeña. Está diseñado en forma de herramienta para que pueda ser manipulado por el cirujano.
- Electrodo de retorno del paciente: Su función es remover corrientes desde el paciente de manera segura. El calor debe ser disipado por el tamaño y la conductividad del electrodo. Generalmente es una superficie metálica pero actualmente se está reemplazando por un electrodo adhesivo desechable.

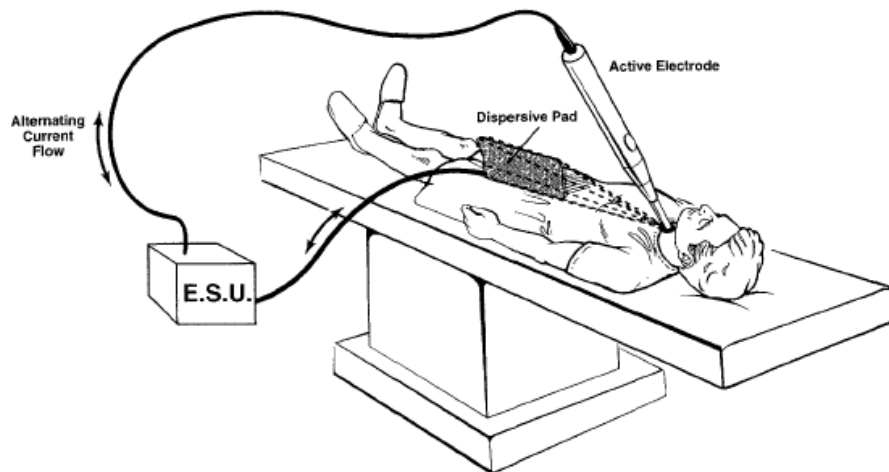


Figura 1. Unidad de electrocirugía

Tomado de Smith & Smith. Operative Techniques in Otolaryngology- head and neck surgery, Vol. 11, Num. 1, Marzo 2000, pp 66-70

La frecuencia de estos dispositivos varía entre los 0.2MHz y los 3.3MHz (Figura 1), en comparación con los 60Hz de frecuencia que posee la electricidad normal con la que funcionan los aparatos eléctricos. En el espectro electromagnético, las ondas de radio tienen una frecuencia de 300kHz a 3MHz.

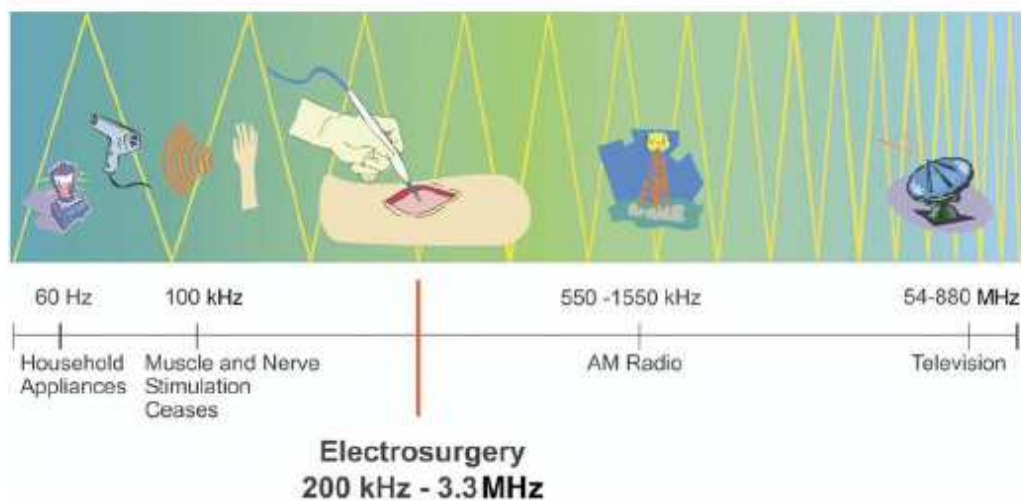


Figura 2. Rango de frecuencias en electrocirugía

Nader N. Massarweh, et al. Electrosurgery: History, principles, and current and future uses. 2006.

El paso de corriente a través del cuerpo es altamente riesgoso, ya que la fibrilación ventricular se puede dar con corrientes de 50 a 500mA y frecuencias de 50 a 60Hz. Sin embargo, en el rango de las radiofrecuencias, el sistema nervioso y muscular es menos sensible al flujo de la corriente, por lo que la utilización de electrocirugía es de gran utilidad ya que se pueden crear lesiones localizadas en el tejido de acuerdo con las necesidades médicas sin crear un shock eléctrico.

## II. Principios Físicos

Los equipos de electrocirugía se aprovechan del calor generado por la disipación de la corriente, de manera que pueda ser utilizado para fines terapéuticos o de tratamiento clínico. El calor es simplemente energía en movimiento.

El calentamiento del tejido con radiofrecuencia se puede dar por medio de dos mecanismos: calentamiento ohmico o calentamiento dieléctrico. El calentamiento óhmico, producido a menos de 500MHz incrementa el movimiento traslacional de las partículas. El calentamiento dieléctrico producido a más de 500MHz incrementa el movimiento vibratorio y rotacional de las partículas. Cuando un campo eléctrico es aplicado sobre la materia, los dipolos absorben parte de la energía del campo. El calentamiento óhmico es el mecanismo utilizado por los dispositivos de electrocirugía y el calentamiento dieléctrico es el utilizado por el láser y hornos microondas.

Se debe tener presente que la corriente que fluye en uno de los electrodos debe ser igual a la corriente que fluye en el otro electrodo. Por lo tanto debido a que el electrodo activo tiene un área de sección transversal muy pequeña, la densidad de corriente es muy alta. Debido a la diferencia de densidad de corriente entre los dos electrodos, el tejido en contacto con el electrodo de dispersión se calienta lentamente mientras que el que está en contacto con el electrodo activo se calienta hasta destruirse.

El calentamiento del tejido se genera por la potencia disipada en el tejido que se puede expresar como:

$$P = \rho VI^2$$

Donde: P es la potencia en Watts  
 $\rho$  es la resistividad del tejido en Ohmios- Metros  
V es el volumen de tejido en m<sup>3</sup>  
I es la densidad de corriente en A/m<sup>2</sup>

Durante el procedimiento de electrocirugía la corriente de alta frecuencia fluye a través de una sonda o electrodo activo manipulado por el cirujano y llega a una "tierra" hecha a partir de un elemento dispersivo, electrodo de dispersión, que se encuentra en contacto con el paciente o vuelve al instrumento quirúrgico como se verá mas adelante dependiendo del tipo de electrodos utilizados. La potencia del

instrumento se disipa en forma de calor en el tejido, en el sitio cercano a la punta del electrodo activo, con un radio de aplicación de máximo 1 cm. La corriente de radiofrecuencia viaja a través del cuerpo por los diferentes iones intra y extracelulares que se mueven de acuerdo con el campo eléctrico producido por la radiofrecuencia. Los iones encuentran resistencia a lo largo del camino y se colisionan con otras moléculas generando calor. Si se asume un tejido homogéneo, se puede determinar el incremento de la temperatura a nivel local mediante la ecuación:

$$\Delta T = \frac{J^2 t \rho}{CD}$$

Donde: J es la densidad de corriente en A/m<sup>2</sup>  
t es el tiempo (en segundos) de aplicación de la corriente.  
D es la densidad del tejido (kg/m<sup>3</sup>).  
C es la capacidad calorífica específica del tejido (kcal/kg/°C)  
 $\rho$  es la resistividad del tejido

La resistividad del tejido varía de acuerdo a su contenido de agua, microestructura y contenido iónico.

### III. Tipos de electrocirugía

Dependiendo de los tipos de electrodos utilizados, la técnica de electrocirugía se clasifica en:

#### Monopolar

Es la modalidad de electrocirugía más utilizada por su versatilidad y efectividad clínica. En esta el electrodo activo se encuentra en la herida y el electrodo de retorno se encuentra localizado en algún otro sitio del cuerpo del paciente. La corriente de radiofrecuencia fluye del generador a través del electrodo activo hacia el tejido, a través del paciente y después a un electrodo dispersivo colocado en el paciente para finalmente volver al generador, es decir, la corriente pasa por el paciente completando el circuito desde el electrodo activo hasta el electrodo de retorno del paciente.

#### Bipolar

Las funciones del electrodo activo y del electrodo de retorno las realizan las dos patas de la pinza o fórceps, ambos brazos de los electrodos están unidos al instrumento quirúrgico por lo que no se necesita la dispersión de la corriente, no es necesario el electrodo de retorno del paciente. Únicamente se incluye en el circuito el tejido que toman las pinzas, es decir, el que se encuentra entre las dos patas de las mismas. Además se necesita una menor cantidad de corriente.

#### IV. Efectos sobre el tejido

Los generadores de electrocirugía tienen la capacidad de producir una variedad de formas de onda eléctricas. A medida que la forma de onda cambia, también cambia el efecto correspondiente en el tejido. Cuando se usa una forma de onda constante, el cirujano puede vaporizar o cortar tejido pues se genera calor muy rápidamente. Por otra parte cuando se usa una forma de onda intermitente se reduce el ciclo de trabajo de la corriente y por lo tanto se produce menos calor y lo que se forma en el tejido es un coágulo.

El equipo de electrocirugía es muy versátil y tiene varias modalidades de corte y coagulación. Por ejemplo, cuando se trabaja en modo de corte se tienen varios blends o corrientes mezcladas además de la modalidad de corte puro. Una corriente mezclada no es una mezcla de los dos tipos de corriente, de corte y de coagulación, sino una modificación en el ciclo de trabajo de la corriente.

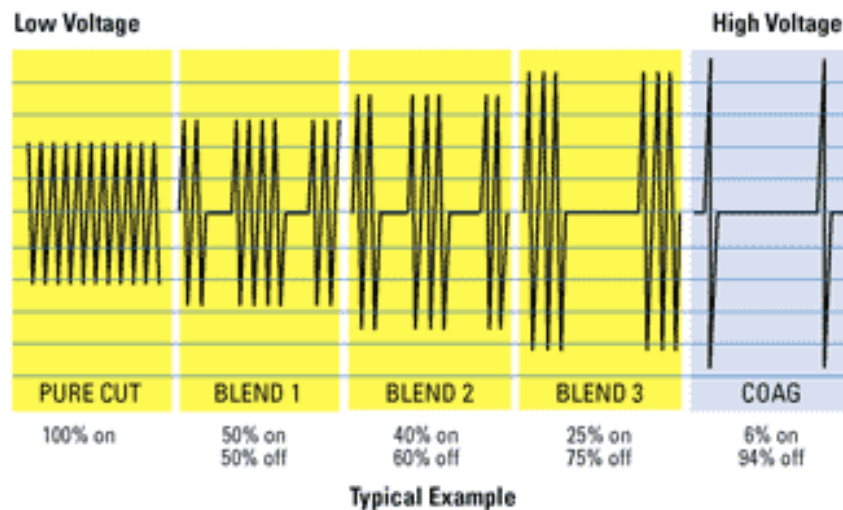


Figura 3. Modos de operación

Imagen de Massarweh et al. Electrosurgery. Vol 202, Num 3. Marzo 2006.

En la Figura 3 se puede observar que en el corte puro hay una corriente continua, con gran potencia y un promedio alto de voltaje, pero presenta menos probabilidad de arcos eléctricos, responsables del proceso de coagulación, ya que no tiene picos. En la última que corresponde a la coagulación, se ven características contrarias a la primera, baja potencia, corriente alterna y presencia de picos, por lo que puede haber una alta probabilidad de generación de arcos eléctricos. Para entender el concepto de blend, se deben tener presentes los dos modos principales de operación, corte puro y coagulación, ya que cuando se presentan blends es porque hay una combinación de los efectos producidos por ambos. Por ejemplo Blend 1 es capaz de vaporizar el tejido con hemostasis mínima, ya que tiene menor presencia de picos de voltaje y en el Blend 3 hay menos efectividad cortando pero produce hemostasis máxima, debido a la presencia de picos que favorecen los arcos.

En electrocirugía, se puede presentar dos efectos: destrucción del tejido debido a la ebullición o, producir coagulación con el fin de dar cese al sangrado, esto es causado por las corrientes transmitidas por el electrobisturí.

Estos dos efectos permiten obtener tres diferentes procesos sobre el tejido:

- **Corte:** se divide el tejido con chispas eléctricas. El calor intenso generado en el sitio quirúrgico por períodos cortos de tiempo y la producción de una concentración de corriente máxima termina vaporizando el tejido. Lo que sucede es que al calentarse mucho el tejido de manera no gradual, el agua de las células se evapora y se forma vapor de agua, lo que hace que las células se desintegren, produciendo una destrucción de tejido. En el corte quirúrgico se deben utilizar electrodos de contacto lo más cortante y delgados posible. La temperatura de contacto y el vapor sobrecalentado producido aseguran la esterilización del corte. Dentro de este efecto se debe generar una onda senoidal de alta frecuencia, con amplitud suficiente para proveer la energía requerida. Este tipo de onda es totalmente filtrada.
- **Fulguración:** También llamada carbonización de los tejidos, se da a temperaturas mayores a 200°C. Es producida por un electrodo de bajo amperaje ubicado a distancia del tejido, en este proceso el tejido se carboniza superficialmente por un arco de alto voltaje debido a la corriente. Lo que sucede es que se disminuye el calor transmitido a los tejidos, con el fin de que hiervan en sus propios líquidos y formen un coágulo sobre un área amplia, reduciendo así el ciclo de trabajo. La corriente aplicada a través de la pared celular hace que los cationes y aniones intracelulares oscilen en el citoplasma y eleven la temperatura de la célula y las proteínas celulares se desnaturalizan y ocasionan la coagulación. Para dispersar la energía, se utilizan electrodos de gran superficie de contacto y con ligeros torques sobre los tejidos. Para superar la impedancia del aire, la forma de onda de la coagulación tiene un voltaje mucho mayor que el de la de corte, el tipo de onda de la fulguración es parcialmente rectificadas. Con esta técnica normalmente los tejidos profundos no sufren alteraciones, pero el daño causado por esta varía con la potencia. Este efecto ocurre principalmente cuando se mantiene la punta del instrumento en un mismo punto por mucho tiempo.
- **Desecación:** Es producida por un electrodo de bajo amperaje en contacto directo con el tejido. Se logra más eficientemente con la corriente de corte, cuando se toca el tejido con el electrodo la corriente se reduce y se genera menos calor por lo que no ocurre el corte, las células se secan y se forma un coágulo en lugar de vaporizarse y explotar. Las ventajas de coagular con la corriente de corte es que se utiliza mucho menos voltaje. Los aparatos que incluyen salida micro bipolar pueden realizar desecaciones sin chispas, lo que es ideal para ciertas aplicaciones.

Todos estos procesos si no son controlados pueden ser altamente nocivos para el organismo. Las complicaciones debido a la electrocirugía son causadas principalmente por las corrientes estacionarias, que transfieren energía de forma no controlada. Se debe tener muy en cuenta por esta razón que el paciente debe estar completamente aislado de cualquier elemento conductor ya que si no se puede presentar shock eléctrico.

La combinación de diferentes elementos, permite obtener modos adicionales, los cuales se exponen en la Tabla 1 junto con los modos tradicionales:

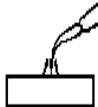
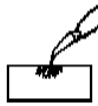

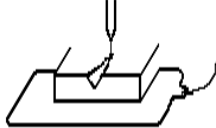
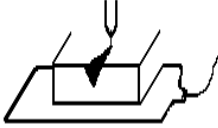
<u>TECNICA</u>	<u>FORMA DE ONDA</u>	<u>MECANISMO</u>	
1. Electrofulguración	Onda senoidal Amortiguada	Sin contacto con el tejido. Arcos de chispas del electrodo al tejido	
2. Electrodesecación	Onda Senoidal amortiguada	Contacto con el tejido, produce deshidratación por calor.	
3. Electrocoagulación	Moderadamente amortiguada	Usualmente con electrodo de dispersión o fórceps bipolares.	
4. Electrosección, corte puro.	Onda Senoidal pura	Corte del tejido sin coagulación o hemostasis	
5. Electrosección, mezcla.	Onda Senoidal modulada (Mezclada)	Corte del tejido con coagulación.	

Tabla 1. Técnicas de electrocirugía  
www.gruposaludgtz.org

## V. Ventajas

- Ahorro de tiempo.
- Ausencia de sangrado, lo cual constituye una herramienta de significativa importancia ya que muchas de las complicaciones en las intervenciones quirúrgicas se pueden dar por infecciones por las gases utilizadas para controlar el sangrado. Además, esta ausencia de sangrado puede facilitar la visibilidad del médico mejorando la intervención.
- Asegura una buena asepsia y elimina las posibilidades de transferir una infección desde un tejido enfermo a un tejido normal.
- La curación de las heridas toma casi el mismo tiempo que las hechas con un escalpelo.

## VI. Desventajas

En general, las complicaciones en a la electrocirugía son causadas principalmente por las corrientes estacionarias, que transfieren energía de forma no controlada, sin embargo, si se tiene un buen control del equipo, no debe existir este tipo de riesgos. A pesar de esto, existen otro tipo de desventajas de esta técnica, las cuales se presentan a continuación.

Estudios a través de los años han demostrado que el humo proveniente de la electrocirugía contiene una gran cantidad de sustancias tóxicas químicas que son carcinogénicas. Además, este humo contiene detritos celulares que pueden afectar tanto al médico como al paciente. Es por esta razón que se requiere el uso de extractores de humo especializados, pero esto no evita que los químicos generados al interior de la cavidad peritoneal sean absorbidos en la circulación sistémica del paciente, lo cual se ha evidenciado por el gran incremento de carboxyhemoglobina y metahemoglobina circulante después de este tipo de intervenciones. Además, este humo puede también afectar la visibilidad del médico.

A nivel de los dispositivos cardíacos implantables como son los marcapasos y los desfibriladores implantables cardiacos, se ha observado una gran cantidad de contraindicaciones en el momento de realizar un procedimiento mediante electrocirugía. Si se utiliza el dispositivo de electrocirugía para realizar la cauterización de vasos, el único inconveniente que se presenta es el calentamiento del dispositivo por aplicación directa sobre este. Sin embargo, la electrocirugía produce fuerzas electromagnéticas que pueden interferir con el funcionamiento del dispositivo y pueden generar bradicardia, reprogramación del dispositivo y estimulación directa del miocardio. La asistole se debe principalmente a que el marcapasos identifica la corriente de electrocirugía como la corriente proveniente del corazón e intenta de cierta manera “arreglar las irregularidades en esta corriente” y va a cesar esta actividad hasta que se detenga la corriente de interferencia.

Otra desventaja en la electrocirugía es el hecho de que la distribución de corriente en el electrodo de dispersión o electrodo neutro no es homogénea (Figura 4) ya que en el centro, la corriente es totalmente perpendicular a la superficie mientras que en los bordes, la corriente apunta hacia fuera del electrodo, lo que conlleva a un aumento de la temperatura en el tejido en contacto directo con el centro del electrodo.



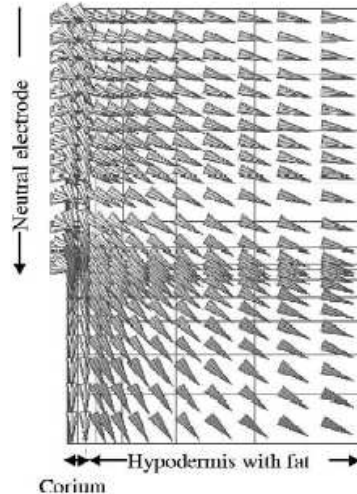


Figura 4. Distribución de las corrientes en el electrodo de dispersión  
 Figura del Institute of Applied Physics, University of Innsbruck, Austria

Además de los elementos previamente mencionados, se puede presentar otro tipo de complicaciones con el uso de electrocirugía:

- Quemaduras: las quemaduras pueden ser causadas por colocar el electrodo neutro en una superficie lesionada del paciente, por ubicarlo en una prominencia ósea por contacto con elementos metálicos externos. Sin embargo, existe un factor de gran importancia a tener en cuenta al realizar una cirugía y es que la piel del paciente no debe ser preparada con alcohol. Además, no se debe usar anestesia tópica ni oxígeno durante este procedimiento.
- Choque eléctrico: este puede ocurrir por contacto del paciente con algún elemento metálico o con el médico que realiza la cirugía.
- Daño ocular: está contraindicado realizar intervenciones cerca del ojo ya que se puede formar un arco de corriente hacia el globo ocular.

## VII. Sistemas de electrocirugía con tierra

Originalmente en los años 20's los generadores de electrocirugía utilizaban corriente a tierra desde los tomas de las paredes, asumiendo que una vez que la corriente ingresara en el cuerpo del paciente esta retornaría a la tierra a través del electrodo de retorno. Sin embargo la electricidad busca siempre el camino que le ofrezca menor impedancia. Con tantos objetos conductivos tocando al paciente y dirigidos a la tierra que pueden completar el circuito, como la mesa de cirugía, los ayudantes del cirujano y los equipos médicos, entre otros, la concentración de corriente puede desviarse hacia un sitio alternativo de conexión a tierra y producir una quemadura en ese lugar. Además de esto existe también el fenómeno de división de corriente donde la corriente puede seguir más de un camino hacia la tierra lo que produciría múltiples sitios de quemadura.

Por esta razón en 1968 se logró aislar la corriente terapéutica de la tierra al referenciarla dentro de los circuitos del mismo generador (Figura 5), de esta manera el circuito no se completa con la tierra sino con el generador. La energía entonces reconoce al electrodo de retorno como el camino preferido para retornar al generador.

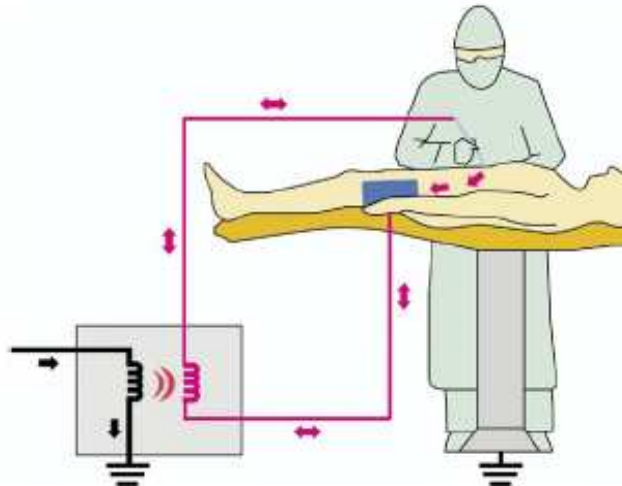


Figura 5. Sistema con tierra

[www.valleylab.com](http://www.valleylab.com) 2006

Sin embargo este tipo de generadores no previene las quemaduras producidas por el electrodo de retorno. Estos electrodos no son inactivos ni pasivos por lo tanto se debe mantener la conductividad y el área de contacto para prevenir lesiones.

### VIII. Aplicaciones

La electrocirugía ha permitido realizar un gran número de procedimientos médicos ya existentes de una forma más rápida y segura y ha permitido realizar procedimientos que hasta el momento eran de cierta forma imposibles por la dificultad en el acceso a un tejido determinado. Alguna de estas aplicaciones son:

- Ablación de tumores en el hígado: permite realizar la ablación del tumor causando el menor daño posible al parénquima hepático, lo que presenta una ventaja debido a que en el hígado, solo un 15% de los tumores pueden ser extirpados. La destrucción del tumor se hace mediante la aplicación de una corriente alternante de alta frecuencia originada de un dispositivo de electrocirugía y que va hacia el electrodo dispersivo, que actúa como una resistencia y convierte la corriente eléctrica en calor lo que hace que se deseque el tejido del tumor. Sin embargo, esta técnica se ve limitada espacialmente ya que la efectividad del tratamiento solo se aplica para tumores a ubicados a una distancia máxima de 2cm del electrodo.

- Tratamientos de la Piel: la electrocirugía puede ser utilizada para remover lesiones en la piel tanto superficiales como vasculares y más importante aún, para remover tumores en la superficie de la piel.
- Procedimientos quirúrgicos de histeroscopia en la cavidad uterina
- Cortar tejido y coagular durante operaciones abiertas.
- Sellar vasos sanguíneos.
- Cirugía máximo-facial para evitar el sangrado excesivo y realizar cortes precisos.
- Cortes de próstata a través de la uretra, y en general procedimientos donde los métodos de corte mecánico son difíciles de aplicar.

## IX. Equipos y marcas

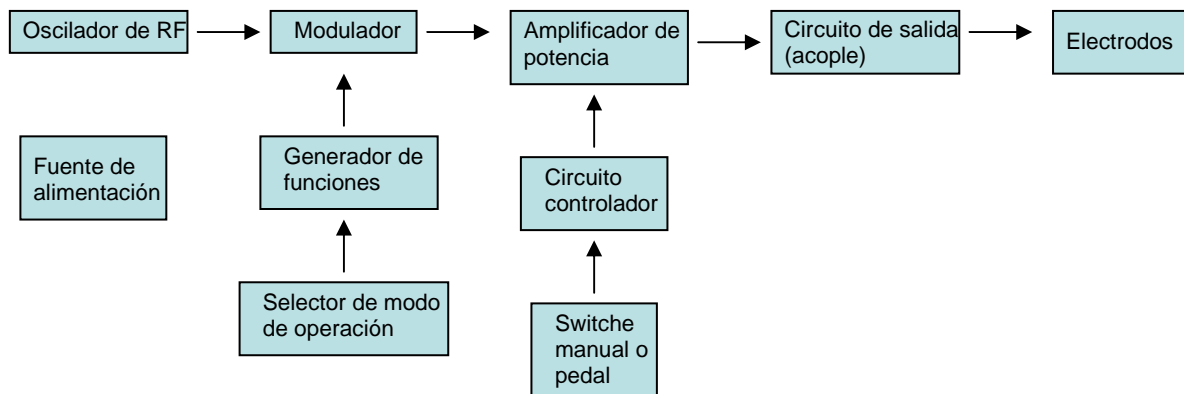


Figura 6. Diagrama de bloques del funcionamiento interno del equipo

Tomado de Webster. Medical instrumentation. Tercera edición, 1998

La energía que se requiere para operar el generador proviene de una fuente de alimentación AC. Esta entrada puede ser modulada en algunos casos para producir la onda apropiada para cada aplicación. Si se da el caso el modulador controla la salida del generador. La salida del generador es controlada finalmente por el cirujano a través del circuito de control que determina el momento en el cual la potencia es aplicada a los electrodos para generar la acción particular.

En la Figura 6 se presenta un diagrama de bloques de una unidad de electrocirugía. El módulo Oscilador de RF brinda la señal básica de alta frecuencia la cual es amplificada y modulada. El módulo de generador de funciones determina la modulación de la onda dependiendo de el modo de operación seleccionado por el cirujano. La salida del generador se puede accionar o apagar por controles de mano o pie que son manipulados por el cirujano.

Un circuito acoplador de salida es utilizado entre el generador y los electrodos para controlar la energía que se transfiere al cambiar de un modo de operación a otro.

El circuito se cierra por el electrodo de dispersión para monopolar y entre terminales de pinza para el bipolar.

Estos equipos informan, con señal luminosa y acústica, la activación de los electrodos, con el fin de advertir a los operadores y evitar algún tipo de accidente. Para el caso de quemadura, estos equipos deben disponer de un circuito de desconexión, para el caso de una placa neutra desconectada. Existe un electrodo tipo antena, pero este crea un problema, ya que el aislante se puede romper y producir con ello quemaduras de contacto.

Los equipos de electrocirugía de alta frecuencia generan una onda oscilatoria o seno. Tienen dos tipos de onda: seno amortiguada o seno pura.

La onda seno amortiguada tiene un grupo de oscilaciones y la primera de ellas tiene la máxima amplitud, seguida de pequeñas ondas. Este tipo de onda produce una excesiva generación de calor y coagulación y es utilizada de forma interrumpida y modulada. A medida que la onda es más amortiguada el efecto de coagulación y destrucción del tejido aumenta, por lo cual a mayor amortiguamiento mayor hemostasis ó sea detención de la hemorragia.

La onda seno pura es balanceada y simétrica en la que la amplitud en todas las oscilaciones es la misma. Una onda de este tipo tiene un efecto focalizado sobre el tejido al hacer una separación del mismo con muy poca coagulación, ya que produce muy poco daño al tejido y no existe hemostasis. Esta onda eléctrica es utilizada para cortar ya que es continua, no modulada y no amortiguada.

Existe en tercer tipo de ondas que se da gracias a la mezcla de las dos anteriores. Es la más común porque permite al mismo tiempo cortar con hemostasis y un mínimo daño al tejido. Estas formas de onda se resumen en la figura 7.

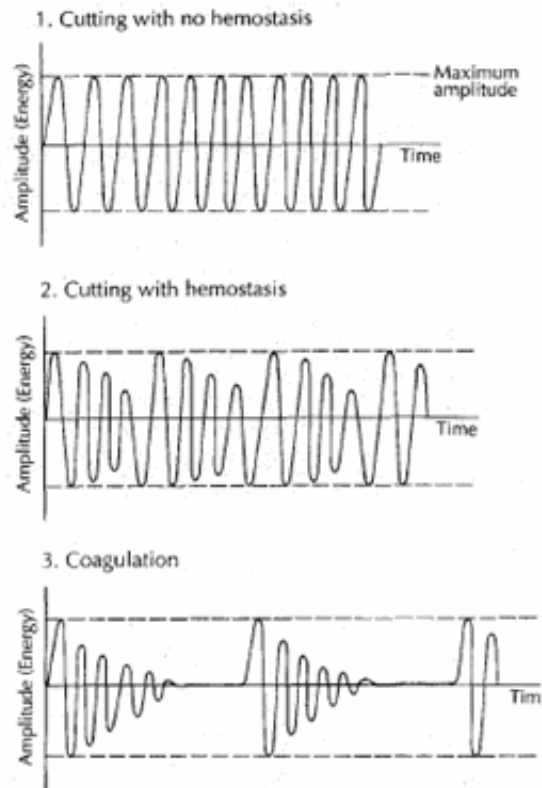


Figura 7. Formas de onda usadas en electrocirugía  
Tomado de O'Connor and Bloom. Surgery, Vol 119, Num 4. Abril 1996

A continuación se presentan algunos equipos utilizados comercialmente y sus características principales:

#### INSTANT RESPONSE™



[www.valleylab.com/product/es/index](http://www.valleylab.com/product/es/index) 2006

- La salida es controlada automáticamente por computador (tecnología adaptativa).
- Mide la impedancia de los tejidos en el sitio de contacto del electrodo.
- Provee respuesta instantánea a los cambios de impedancia en el tejido.
- Produce efectos consistentes sobre el tejido.

- Controla el máximo voltaje de salida.

#### VESSEL SEALING TECHNOLOGY™



[www.valleylab.com/product/index](http://www.valleylab.com/product/index) 2006

- Combina presión y electrocirugía bipolar para sellar.
- Confiable y fuerte fusión permanente del vaso.
- Mínima propagación de calor.
- Utilizado para ligación quirúrgica en general.
- El generador bipolar tiene bajo voltaje – 180V y alto amperaje – 4A.
- Control de retroalimentación.

#### GYNECARE VERSAPOINT Bipolar Electrosurgery System ©ETHICON, INC. 2005 JOHNSON & JOHNSON



[www.injgateway.com](http://www.injgateway.com) 2006

- Acceso a la cavidad uterina para realizar procedimientos quirúrgicos de histeroscopia diseñado para brindar efectos en el tejido rápidos y controlados en un medio normal de distensión salino.
- Tres electrodos con puntas diferentes dependiendo de la aplicación.
- Electrodo de vaporización.

## X. Electrobisturí

El electrobisturí hace parte de un equipo electrónico, generador de corrientes de alta frecuencia, con las que se pueden cortar o eliminar tejido blando. Cuando hay flujo de electrones estos experimentan un alto grado de dificultad para circular libremente y por tanto liberan energía al desplazarse de un lugar a otro. Este grado de dificultad se llama resistencia eléctrica y la energía liberada se presenta en forma de calor. Por esta razón, el organismo humano presenta una resistencia, entre 5.000 y 10.000 ohmios, al paso de corrientes eléctricas. Si el punto eléctrico de contacto es muy restringido, se concentrará mucha energía en él. En un área delimitada del organismo, una densidad de energía, superior al calor latente de vaporización, hará que las células se desintegren en esa región.

Para obtener las diferentes funciones electroquirúrgicas se hace uso de estos principios físicos:

- Electrosección: Puede ser pura o combinada, según se desee una acción de corte similar al bisturí clásico o con actividad coagulante combinada.
- Electrocoagulación: Si se buscan efectos coagulantes inmediatos.
- Electrodesecación: Por fulguración, desecación parcial destructiva, por medio de arcos eléctricos.

Como ya se dijo anteriormente, en electrocirugía de acuerdo a los electrodos que se utilicen puede haber dos tipos de procedimientos. Este instrumento actúa con estos dos modos:

1. Modo de funcionamiento monopolar: En un electrobisturí implica que el electrodo activo es, uno solo de los dos que intervienen; este electrodo es quien concentra la energía en el punto de contacto.
2. Modo de funcionamiento bipolar: Implica la acción de ambos electrodos, y son presentados, en forma de pinza hemostática.

Los componentes principales del sistema del electrobisturí son:

- Placa aislante: actúa como electrodo de retorno, se conecta al equipo y al paciente generalmente en el pié o en cualquier otro lugar de la extremidad inferior. Se debe revisar bien que no hayan lesiones previas en el lugar de contacto de la placa con la piel pues pueden producirse quemaduras.
- Cables del electrodo del electrobisturí: pueden ser electromano o electropie.
- Pedal o botones de mano: para cambiar entre modo de corte y modo de coagulación.
- Botón amarillo en el generador: gradúa la intensidad en modo de corte. Escala de 1-10. Para el tejido blando se prefiere una intensidad de 3-4.
- Botón azul en el generador: gradúa la intensidad en el modo de coagulación.

## **XI. Electrocirugía en Medellín**

El electrobisturí es un instrumento quirúrgico muy utilizado en el medio, porque hoy en día hay muchas entidades de salud que hacen uso de este tipo de tecnología en operaciones de rutina, ya que para varios casos presenta numerosas ventajas. Sin embargo, en Colombia la tecnología se encuentra muy atrasada en comparación con los mercados de otros países. Existen muchas empresas que distribuyen este tipo de equipos pero que no lo desarrollan, ya que no existen los medios suficientes para realizar este instrumento de tan alta utilidad.

Para el mercado de Colombia los precios oscilan entre 12 millones hasta 20 millones para un equipo nuevo, cuando es un equipo ya usado se puede obtener por el precio de 8 o 9 millones.

Al ser un equipo de alto costo para algunas entidades, también hay servicios de alquiler por día y los precios pueden variar entre 250-280 mil pesos.



## BIBLIOGRAFÍA

- CARR, Joseph J., John M. Brown. Introduction to Biomedical equipment technology. Fourth edition. Prentice Hall. 2001. pp 490-498
- WEBSTER, Jhon G. Medical instrumentation: Application and design. Third edition. Jhon Wiley & sons, IC. 1998. pp 614-616
- ZINDER, DANIEL J., Common myths about electrosurgery. Otolaryngology–Head and Neck Surgery, Volume 123 Number4, October 2000
- HENSMAN, C., E. L. Newman, S. M. Shimi, A. Cuschieri. Cytotoxicity of Electro-Surgical Smoke Produced in an Anoxic Environment. The American Journal of Surgery
- WU, Ming-Ping, Chau-Su Ou, Shwu-Ling Chen, Ernest Y. T. Yen, Ron Rowbotham. Complications and Recommended Practices for Electrosurgery in Laparoscopy. The American Journal of Surgery
- RIORDAN, Anne T., Carolyn Gamache, Scott W. Fosko. Electrosurgery and cardiac devices. Journal of the American Academy of Dermatology, Vol. 37, Numbre 2, Part 1
- MASSARWEH, Nader N, Ned Cosgriff, Douglas P Slakey. Electrosurgery: History, Principles, and Current and Future Uses. Electrosurgery, Vol. 202. Num. 3, Marzo 2006
- NESSLER, Norbert H., Werner Reischer. Measuring device for neutral electrodes in electrosurgery. Institute for Applied Physics, University of Innsbruck. Elsevier
- SMITH, Timothy I., James m. Smith. Radiofrequency electrosurgery. Operative techniques in otolaryngology--head and neck surgery, Vol. 11, Num. 1, Marzo 2000, pp 66-70
- HINRICHS, Chris, Charles W. Van Way III. Applications of Electrosurgery: Radio Frequency Ablation of Liver Tumors. Current surgery, 2000
- HAINER, Barry L., Richard B. Usatine. Electrosurgery for the Skin. UCLA School of Medicine.
- Principles of electrosurgery Online. Valleylab. [ONLINE]. Disponible en Internet: [www.valleylab.com/education/poes/index.html](http://www.valleylab.com/education/poes/index.html)

- VAN WAY, Charles W. III, Electrosurgery 101 CURRENT SURGERY. Volume 57/Number 2. Marzo /Abril 2000. Elsevier Science Inc.
- VILOS, George., Kim Latendresse, Bing Siang Gan. Electrophysical properties of electrosurgery and capacitive induced current. The American Journal of Surgery, Vol.182, 2001, pp 222–225
- VAN WAY, Charles W. III, Christian Sutter Hinrichs. Electrosurgery 201: Basic Electrical Principles. CURRENT SURGERY Volume 57/Number 3, Mayo/Junio, 2000.