

# ELECTROBISTURI

Por Javier Macció

## RESUMEN

El electrobisturí, es un equipo electrónico, generador de corrientes de alta frecuencia, con las que se pueden cortar o eliminar tejido blando. Los principios físicos, en que se sustenta su función, están íntimamente ligados a las propiedades energéticas de las partículas elementales: Las variaciones en la energía de los electrones son radiadas en forma de energía electromagnética y viceversa. Un flujo de electrones tiene un grado de dificultad para circular libremente y por tanto irá cediendo energía en su avance. Este grado de dificultad se llama resistencia eléctrica y la energía cedida se presenta en forma de calor. Por esta causa, el organismo humano presenta una resistencia, entre 5.000 y 10.000 ohmios, al paso de las 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. Aprovecharemos estos principios para obtener las distintas funciones electroquirúrgicas: Electrosección pura y combinada, según deseemos una acción de corte similar al bisturí clásico o con actividad coagulante simultánea. Electrocoagulación, si buscamos efectos coagulantes inmediatos y la electrodesecación por fulguración, desecación parcial destructiva, por medio de arcos eléctricos. Una mirada al interior del instrumento nos apunta los distintos modos de funcionamiento, monopolar y bipolar. El 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. El modo bipolar implica la acción de ambos electrodos, y son presentados, normalmente, en forma de pinza hemostática. Aunque el equipo no presenta mayor riesgo, se deben de tomar ciertas precauciones: Es importante asegurarse, al actuar sobre pacientes portadores de marcapasos, de no interferir con el mismo. Es importante usar la menor potencia que sea posible para conseguir el objetivo y no mantener el equipo activado, sin aplicarlo al mismo

## INTRODUCCION

Comenzamos esta serie de artículos con uno de los equipos potencialmente más útiles y efectivos en la práctica Periodontal: El bisturí eléctrico o electrobisturí. Los bisturís eléctricos no son equipos muy recientes, aparecen alrededor de 1.925, pero los avances tecnológicos de lo que va de siglo, han provocado unas mejoras sustanciales, que confieren a las nuevas generaciones de equipos, unas prestaciones y una seguridad impecables. Hemos pasado así a disponer de potencias más amplias, con tamaños más reducidos gracias a la inclusión de tecnología de semiconductores. Por otra parte los materiales y los aislamientos han alcanzado unos índices de seguridad y fiabilidad impresionantes. El perfeccionamiento de los accesorios, su variedad y versatilidad, han hecho posible que el electrobisturí sea uno de

los equipos de cirugía más prácticos y útiles, en gran número de intervenciones quirúrgicas. A pesar de no ser equipos tan recientes y de ser aparatos muy habituales tanto en la medicina ambulatoria como en la hospitalaria, en odontología, no se prodiga su uso tanto como cabría esperar. La causa de la infrautilización de estos equipos hay que buscarla en el "respeto" que este tipo de instrumentos sigue despertando en muchos especialistas. Esta acusada prudencia en su utilización, es fruto de la inseguridad que provoca el desconocimiento del bisturí eléctrico. Este desconocimiento es más técnico que médico, ya que el electrobisturí se emplea en los mismos casos que el bisturí manual y casi del mismo modo, salvo las diferencias, algunas muy obvias, que se detallarán. Es un hecho que el especialista que se interesa por la electrocirugía y su práctica, suele convertir esta herramienta en algo habitual, y muchas veces, imprescindible, en sus intervenciones quirúrgicas. Por ser el electrobisturí un equipo, de base y origen, puramente tecnológico, se manejan conceptos físicos, como parámetros diferenciadores, profusamente. Estos abusos del lenguaje técnico, pueden hacer indigerible la comprensión de estos instrumentos en las primeras lecturas, desanimando a los futuros usuarios a realizar segundas lecturas más pausadas. Así nos encontramos que se habla de "ondas filtradas", "ondas parcialmente rectificadas" o "totalmente rectificadas". Se habla de "ondas de baja o alta frecuencia" y, recientemente hasta de "radiocirugía". Con el fin de aclarar en lo posible estos términos y su traducción o relación con los fenómenos de "electrosección", "electrocoagulación" o "electrodesección", que son los que interesan al especialista en última instancia, iremos exponiendo una serie de conceptos físicos que considero necesarios para la comprensión de los mismos. Se verá como comenzando por el repaso, actualizado adecuadamente, del concepto de átomo, nos llegamos a la definición de ondas electromagnéticas. Concepto éste fundamental para dejar bien claro y definido el principio de funcionamiento de los bisturís eléctricos. Es en esta comprensión en donde descansa la clave de su interpretación. Intentaremos aclarar todos los puntos oscuros, y todos los malos entendidos que hay con respecto a este tipo de instrumentación quirúrgica con el fin de conseguir un entendimiento pleno de la misma y poder abordar con confianza su utilización. Diremos a este respecto que intentaremos un enfoque desde el punto de vista de la Ingeniería Electromédica aunque sin olvidarnos de la relación con su utilización clínica. No obstante, no me corresponde, de ningún modo, detallar las posibles aplicaciones médicas de estos instrumentos, cosa que dejo a los especialistas correspondientes. Antes de entrar en materia, respondamos a una pregunta clave.

## **¿QUE ES UN ELECTROBISTURI?**

Por definición un equipo de electrocirugía es un artilugio basado en la tecnología electrónica capaz de producir una serie de ondas electromagnéticas de alta frecuencia con el fin de cortar o eliminar tejido blando. En el mercado dirigido a la odontología podemos encontrar dos tipos de instrumentos que se diferencian en la frecuencia portadora de su generador: Electrobisturís, con frecuencias hasta 3 MHz y los Radiobisturís con frecuencias por encima de 3.5 Mhz. En cuanto a las funciones que realizan, existen pocas diferencias. Todos

realizan electrosección pura y combinada, así como electrocoagulación. Algunos incluyen toma bipolar y/u otros fulguración. Todos garantizan potencias eficaces entre 50 y 100 W e incluyen entre sus accesorios todo lo necesario para funcionar inmediatamente, a excepción de un juego de pinzas bipolares que es opcional. Tan sólo un accesorio, delata claramente el tipo de equipo. El electrodo neutro, que en el caso del radio bisturí toma el nombre de antena. La antena se encuentra forrada por un material aislante que impide la conducción eléctrica a través de ella pero que sí permite la recepción y emisión electromagnética.

## FUNDAMENTOS FISICOS

### Teoría Atómica

Adoptando el modelo atómico y sus postulados propuesto por el insigne físico Niels Bohrl ( 1913) recordaremos al lector que la materia está compuesta por unas partículas mínimas elementales, el electrón, el protón y el neutrón que son a las que se deben todas sus propiedades. Estas partículas mínimas se agrupan siguiendo unas leyes, para formar estructuras más complejas, los átomos (Figura 1). Estas estructuras que a su vez se agrupan entre sí formando moléculas, que a su vez pueden agruparse en compuestos más complicados como, por ejemplo, la doble espiral del ADN (Figura 2).

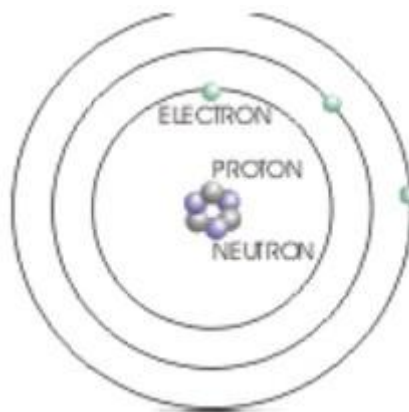


Figura 1. El átomo está formado por tres tipos de partículas elementales: El electrón, el protón y el neutrón.

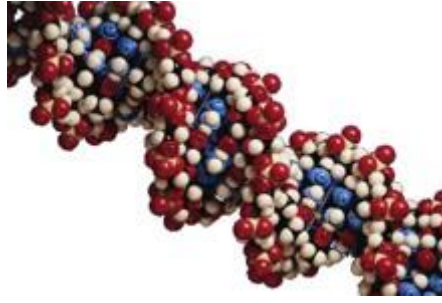


Figura 2. Los átomos se enlazan formando moléculas y estas a su vez macromoléculas como la doble espiral de ADN. Supongamos que tenemos un átomo aislado. En esta modelización, el átomo está compuesto por dos partes bien diferenciadas, el núcleo y la corteza. El núcleo está constituido por protones y neutrones y la corteza por electrones. Al núcleo se debe la identidad de la materia ( Oro, Plata, Hidrógeno, etc.) y su ordenamiento en la Tabla Periódica, y a la corteza se deben sus propiedades químicas, eléctricas y magnéticas. La corteza del átomo está formada por electrones que giran en ciertas órbitas alrededor del núcleo. Estos son menores que la milésima parte de un protón en masa, aunque ambos tienen la misma carga y signos opuestos. Dado que un neutrón es, aproximadamente igual, al protón, en masa, no es difícil imaginar un mini sistema planetario, con un enorme núcleo en su centro y unos minúsculos satélites eléctricos orbitando a su alrededor (Figura 3). Estos electrones no pueden ocupar en el espacio del átomo cualquier lugar, si no unos determinados por la propia naturaleza del mismo.

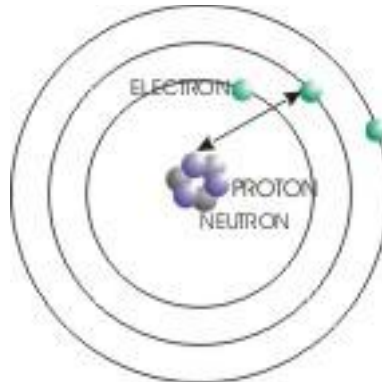


Figura 3. Los electrones giran en la corteza atraídos por los protones del núcleo, permaneciendo en orbitales cerradas alrededor de él. Estos lugares exclusivos, llamados estados permitidos, son llamados orbitales y provocan que cada elemento de la naturaleza tenga su propia "huella dactilar": el espectro atómico. Todo ello nos permite intuir que la energía de un electrón está cuantizada. De hecho la energía que posee un electrón se define con cuatro parámetros llamados "números cuánticos". Un átomo con orbitales vacíos presenta un desequilibrio. Esto le crea una cierta avidez en captar electrones errantes o ajenos. Potencialmente tenderá a subsanarlo manteniendo siempre llenos, en orden creciente, los más próximos al núcleo. Estos son los de menor energía. Cuando aplicamos una impulso extra al electrón, este tiende a ocupar órbitas más elevadas. Si esta energía es suficiente, puede incluso abandonar el volumen de influencia del átomo y salir

de él. A una cierta distancia del núcleo los orbitales posibles de energía desaparecen y se habla de un "continuo" de energía. Como las perturbaciones sufridas por los electrones son las causantes de las radiaciones electromagnéticas vamos a fijar nuestra atención en este punto. La radiación electromagnética Los electrones son portadores de energía y además de girar alrededor del núcleo, lo hacen también alrededor de su propio eje, particularidad llamada espín y cuyas perturbaciones tienen mucha relación con las propiedades magnéticas de la materia. Cuando dijimos que la energía que poseía un electrón en su órbita estaba cuantizada, lo hicimos con la finalidad de sentar las bases de la emisión electromagnética. Cuando un electrón pasa de un nivel de energía a otro lo hace absorbiendo o emitiendo una radiación electromagnética dada. Usando los postulados introducidos por Einstein, a este paquete de energía radiada (quantum/ cuanto de acción) lo llamaremos fotón. Podemos imaginarnos pues, una radiación, como una sucesión de fotones emitidos en todas las direcciones (Figura 4).

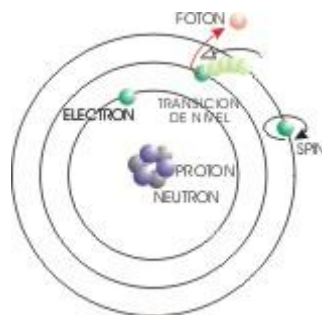


Figura 4. Al cambiar de un nivel a otro de energía, el electrón emite o absorbe un fotón de radiación electromagnética. Los electrones también giran alrededor de su propio eje. Un fotón tiene como característica fundamental una energía y una frecuencia determinadas que están relacionadas por la conocida expresión  $E = h\nu$ , siendo, E, la energía del fotón.  $\nu$ , la frecuencia y h, la constante de Planck (Figura 5)

$$E = h\nu$$

$$C = 300.000 \text{ Km/s}$$

Figura 5. Dos características importantes de las radiaciones electromagnéticas: La energía fotónica y la velocidad de propagación. Observemos que el fotón se emite, como energía discreta y única por un electrón, cuando salta de una energía mayor, a una menor. Luego una radiación continua exige una emisión continua de fotones y por tanto un trasiego continuo de uno a otro nivel. En general podemos decir que la radiación electromagnética se produce a consecuencia de las perturbaciones sufridas por los electrones. Esta definición tiene consecuencias muy importantes. Por una parte nos dice que si hacemos vibrar un átomo en su conjunto también se perturbarán los electrones y por tanto habrá emisión de fotones. Esta vibración radiaría fotones térmicos (calor) principalmente. Lo mismo es aplicable a una vibración, o rotación, molecular y a una macromolecular. Curiosamente, las estructuras más complejas también tienen energías cuantizadas características. Hemos explicado mucho sobre electrones y energía cuantizada pero entonces ¿qué ocurre con los electrones fuera del átomo, en la región del continuo? (en donde, repetimos, puede tomar cualquier valor energético). Allí en esas áreas podemos someter a los

electrones a perturbaciones por medio de campos eléctricos y magnéticos provocados, haciendo que se desplacen a lo largo de un hilo conductor con la cadencia que deseemos y por tanto provocando la emisión de radiación. Pensemos en todo lo expuesto: Se ha presentado la radiación electromagnética como algo universal, común a todos los cuerpos radiantes. Se ha visto que se caracterizan por su energía fotónica, función de su frecuencia y que siempre se produce por perturbaciones de carga, bien sea al desplazarla por un conductor, como en la corriente eléctrica, o por que salta de unos niveles a otros de energía. Adjuntamos una figura donde se puede ver en escala apropiada el espectro electromagnético completo (Figura 6). La energía de los fotones de radiación se presenta en e.v. (electrón-voltio) que es una unidad, muy apropiada, para estas escalas.

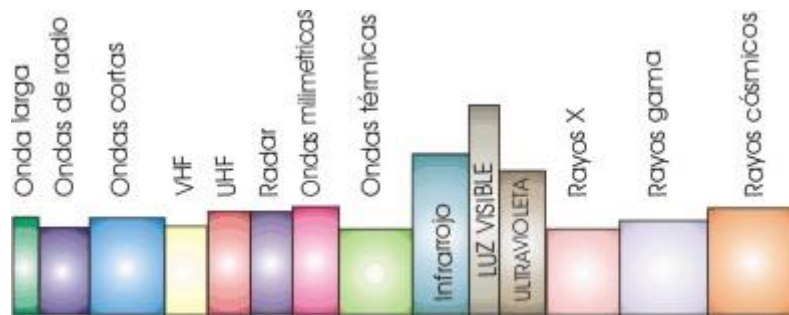


Figura 6. Espectro electromagnético en función de la frecuencia y energía de las radiaciones. Por otra parte la velocidad de transmisión de estas radiaciones es siempre la misma, 300.000 Km./segundo, sin importar su frecuencia o energía. Todo lo que se ha expuesto, se ha presentado con la finalidad, de justificar unos conceptos que son las claves que buscamos y sobre las que descansan los principios de funcionamiento del img/bisturí Eléctrico: La radiación electromagnética aparece siempre que se produce una variación en la posición de los electrones de la materia. La radiación electromagnética es portadora de energía. Con estas ideas presentadas ya podemos hablar de la corriente eléctrica. La corriente eléctrica Supongamos un material cualquiera, conductor de la electricidad; por ejemplo, un cable de cobre en equilibrio eléctrico. Si el citado cable es puesto en contacto por uno de sus extremos con una sustancia con avidez de electrones (defecto de electrones), y por el otro extremo, con una sustancia con exceso de electrones, se producirá entre los mismos, una diferencia de potencial eléctrico (voltios). El extremo deficitario, captará electrones del metal, dejando sus átomos proximales desequilibrados. Estos, a su vez, captarán electrones de sus vecinos, y así sucesivamente. El fenómeno es similar al de la difusión de la tinta en el agua, pero a la velocidad de la luz. Estas capturas se van extendiendo, hasta que se alcanza el otro extremo del cable. Allí, la sustancia con electrones en exceso, cede algunos, a los átomos desequilibrados que van apareciendo. El fenómeno es equivalente a considerar un flujo de electrones circulando de una a otra sustancia. A este flujo lo llamamos corriente eléctrica (amperios). Este proceso se repetirá hasta que las sustancias de los extremos alcancen un equilibrio relativo entre sí y la diferencia de potencial se anule. Las sustancias de que hablamos, bien pudieran ser las que constituyen una batería o una pila eléctrica común. Concluimos que todas las corrientes tienen los mismos fundamentos, pero, ¿son iguales físicamente?, ¿Se comportan del mismo modo?, ¿Generan

los mismos fenómenos?. No. Existen diferencias importantes y significativas que vamos a enumerar. Tipos de corriente. Parámetros característicos. La corriente eléctrica puede ser continua o alterna. La primera implica que el flujo de electrones va siempre de un mismo polo hacia el otro. Mientras que la segunda implica un cambio de sentido del flujo, debida a un cambio de polaridad. La corriente continua puede ser, constante o variable. La constante produce campos magnéticos estáticos y por ello se utiliza para activación de electroimanes, electro válvulas, etc. La corriente continua constante, no emite radiación alguna, sólo crea campos magnéticos estáticos en su entorno. La corriente continua variable y la alterna si producen emisión de radiación. Vemos que estas conclusiones se corresponden perfectamente con lo visto sobre radiación: Una variación en la distribución electrónica radiará energía( Figura 7).

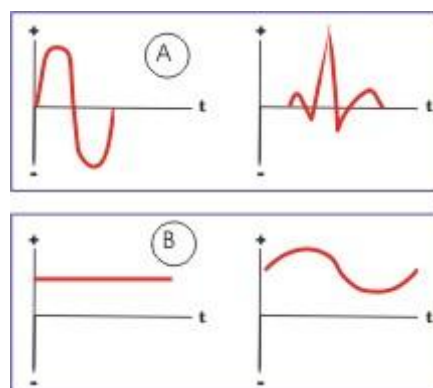


Figura 7. A- Corrientes Alternas. B- Corrientes continuas. Todas estas corrientes las podemos representar gráficamente, incluso cuando tienen formas de lo más inusual. No obstante, se tienden a representar, como ondas senoidales periódicas con el fin de facilitar la comprensión. Se puede demostrar matemáticamente (Fourier), que cualquier tipo de onda, de cualquier forma y amplitud se puede considerar como una suma de ondas senoidales. En la fig. 8 se pueden ver representados dos de los parámetros característicos de una onda: longitud de onda y amplitud. Se ha elegido, la onda de vibración de una cuerda común, por ser un ejemplo muy intuitivo y didáctico, en donde se puede, de forma sencilla, ver las características de las ondas. Recordamos en este punto que las ondas tienen propiedades similares, sea cual sea su naturaleza. Los cuantos de vibración sonora son llamados fonones, por ejemplo.

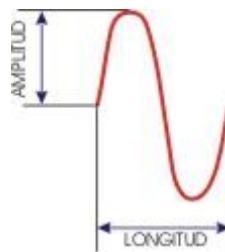


Figura 8. Dos parámetros característicos de cualquier onda son la amplitud y la longitud de onda. Aquí se presenta la vibración elemental de una cuerda, indicando las magnitudes. Volviendo a las corrientes eléctricas, sabemos que

estas se propagan por una sustancia con una determinada restricción. Sabemos que a esta restricción se le llama resistencia. Por ser esta una propiedad de las sustancias que es fundamental para entender los principios de actuación del electroimg/bisturí, vamos a extendernos un poco sobre ella.

Resistencia eléctrica. Esta propiedad, tiene relación directa, con la disponibilidad de electrones muy sueltos (región del continuo), en los átomos considerados. Si están muy equilibrados y en orbitales muy profundos (cercaos al núcleo), la resistencia a la captura puede ser tan grande que podríamos hablar de auténtico aislamiento eléctrico. Esta propiedad, también tiene relación con la temperatura, esto es, como vimos, con la vibración de los átomos y con las dimensiones de la sustancia. Si la sección de paso del flujo de electrones disminuye, o la distancia a recorrer por los mismos aumenta, entonces la resistencia crece. Resumiendo, la resistencia de las sustancias puede ir de prácticamente cero ohmios, llamados superconductores, a varios millones, llamados aislantes. El cuerpo humano, que es nuestro objetivo, tiene tomando dos electrodos entre las manos, con la piel seca, una resistencia equivalente entre 5.000 y 10.000 ohmios, pero este valor baja de forma importante en los tejidos húmedos de la boca (100 a 500 ohmios) y drásticamente cuando hemos traspasado la piel; esto lo debemos de tener en cuenta siempre (Figura 9).

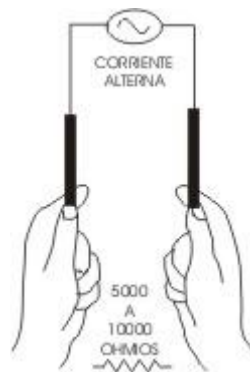
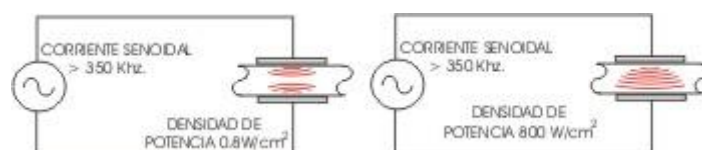


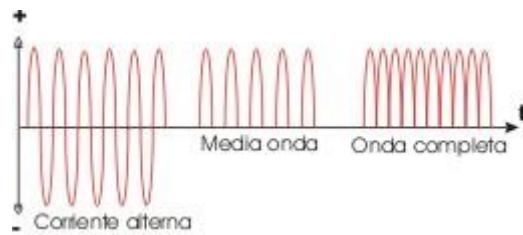
Figura 9. Una resistencia transforma la energía eléctrica en calor. El organismo tiene una resistencia equivalente de 5.000 a 10.000 ohmios a través de piel seca y también se calienta al paso de una corriente. Aunque hemos hablado de aislantes no debemos de olvidar que hay diferencias de potencial para las que una sustancia deja de serlo. Incluso el aire, como sabemos puede convertirse en conductor por encima de unos miles de voltios. Si pensamos en términos de energía, para hacer circular un flujo de electrones debemos emplear una cierta cantidad de ella. Por el principio de la conservación de la energía, esta energía no puede desaparecer. Efectivamente, así se comprobó: la energía eléctrica se convertía en calorífica. Esta conversión es, cuantitativamente igual, al producto de la resistencia por el cuadrado de la intensidad (ley de Joule). Este concepto es muy importante para explicar la actuación del img/bisturí eléctrico sobre los tejidos vivos.

**EFFECTOS FISIOLÓGICOS DE LAS CORRIENTES ELÉCTRICAS**

Las corrientes eléctricas y las diferencias de potencial desempeñan un papel vital en los sistemas nerviosos de los animales. La conducción de los impulsos nerviosos es fundamentalmente un proceso eléctrico, aunque el mecanismo de conducción es mucho más complejo que en las sustancias sencillas tales como los metales. A esta naturaleza de la transmisión del impulso se debe la gran sensibilidad del organismo a las corrientes eléctricas exteriores. Corrientes del orden de 0.1 amperios, muy pequeñas para generar calentamientos importantes, interfieren con procesos nerviosos esenciales para funciones vitales tales como el latido cardiaco. Corrientes más pequeñas, del orden de 0.01 amperios, producen acciones convulsivas en los músculos y mucho dolor. Con 0.02 amperios, por ejemplo, una persona no podría soltar un conductor y llegaría al shock. Vemos que grandes corrientes, pero también algunas tan pequeñas como 0.001 amperios, pueden producir fibrilación ventricular. Aquí se ve la importancia de disponer, en la consulta odontológica, de una instalación eléctrica segura y fiable que tenga incorporadas las medidas de seguridad más adecuadas para esta especialidad. Hemos hablado de los efectos de las corrientes eléctricas en el organismo obviando la frecuencia de las mismas. Esto se debe a que los efectos de la corriente sobre las personas, es casi independiente de la frecuencia, hasta unos 1.000 ciclos/ s, no importando si esta es continua o alterna. Por debajo de este valor aparecen fenómenos térmicos, farádicos y electrolíticos, principalmente. Para frecuencias por encima de las 350 KHz, las corrientes no interfieren apreciablemente con los procesos nerviosos y sólo producen calor. Podemos entender así, cómo y por qué, las corrientes elegidas para la electro cirugía, se desarrollan en frecuencias, por encima de los 500 KHz (0.5 MHz). A estas frecuencias la conducción eléctrica y la absorción orgánica de las ondas se hace más compleja. A medida que la frecuencia aumenta, la energía, como vimos, tiende a ser radiada. Aparecen pues dos mecanismos de producción de calor: por efecto Joule, debido a la resistencia eléctrica, y por absorción de radiación electromagnética, debido a las estructuras moleculares. Un efecto u otro tomarán más relevancia a medida que vayamos aumentando la pulsación. En electro cirugía se hacen los dos importantes a frecuencias hasta los 1 MHz. Para frecuencias entre 1 MHz y 3 MHz de ciclos, es dominante la radiación electromagnética. En los llamados Radioimg/bisturís, de 3.5 MHz a 4 MHz, sólo la componente radiada tiene entidad. Hablamos entonces de radioemisión. Visto todo lo anterior no es difícil deducir que si hacemos circular una corriente de gran frecuencia entre dos electrodos de, por ejemplo 100 centímetros cuadrados y colocados en buen contacto con la piel, y le damos la amplitud suficiente, se producirá una cierta cantidad de calor en la parte del organismo situada entre los mismos, debido a los efectos comentados. Supongamos que medimos la potencia eléctrica entregada, resultando ser de 80 vatios (para hacerse una idea, una persona en reposo emite unos 80 vatios de potencia). Recordemos que potencia es la velocidad a la que se desarrolla la energía.



Si miramos una de las placas, en ella se estarán transfiriendo  $80/100=0.8$  vatios por centímetro cuadrado (Figura 10). Esta densidad de energía, no es suficiente para comprometer los tejidos vivos pero si disminuimos la superficie de contacto a 1 mm cuadrado, por ejemplo, la densidad de energía subirá a  $80/0.1=800$  vatios por centímetro cuadrado, que si es una cantidad importante. Sabemos que el calor latente de evaporación del agua, a la temperatura corporal, es de 2415 julios por cada gramo de la misma. Figura 10. Unas placas de 100 cm no provocarán un aumento importante de temperatura entre ellas. La concentración energética en una superficie de contacto pequeña, incrementa considerablemente la temperatura. Si hacemos números, vemos que si mantenemos el contacto permanentemente, tenemos energía para volatilizar 0.5 gramos de agua por segundo de los tejidos en contacto. Esto nos da idea de lo que ocurre en el corte electro quirúrgico: Evaporamos el agua de los tejidos y sustancias en contacto, con tanta violencia que, literalmente, las células explotan. Además, la temperatura de contacto y el vapor sobrecalentado producido, aseguran la esterilización del corte. Estaríamos ante, lo que en electro cirugía se llama, corte puro. Para obtener técnicamente estas condiciones, utilizaremos electrodos de contacto lo más cortantes y delgados posible; debemos de generar una onda senoidal de alta frecuencia, por encima de 350 KHz, llamada portadora, con una amplitud suficiente (alrededor de 1.000 Vpp) para suministrar la energía que necesitamos. A esta onda se la sigue llamando en los modernos equipos: onda totalmente filtrada. Si el efecto que queremos obtener es el de coagular los tejidos en contacto, debemos de rebajar el calor transmitido a los tejidos con el fin de que tan sólo hiervan en sus propios líquidos y formen coágulo rápidamente. Utilizaremos, para dispersar la energía, electrodos de gran superficie de contacto (bolas y cilindros) y maniobraremos con ligeros toques sobre los tejidos. Si a la onda generada para el corte puro se la modula con una semionda parcial senoidal, aumentando ligeramente la amplitud, obtendremos los efectos deseados. Estaríamos ante, lo que en electro cirugía se llama: coagulación. A esta onda se la sigue llamando: parcialmente rectificada. Si deseamos obtener efectos intermedios entre el corte y la coagulación buscaremos una modulación que no rebaje tanto el calor transmitido. Conseguimos así una hemostasia en el corte muy importante. La onda, la modularemos con una semionda completa senoidal, manteniendo los mismos parámetros que en el caso anterior. Estaremos ante, lo que en electro cirugía se llama corte combinado/ corte con coagulación. A esta onda se la conoce por completamente rectificada. Si lo que pretendemos, es la destrucción superficial de tejidos, por deshidratación, también llamado desecación, de los mismos, podemos generar una modulación por onda amortiguada y gran amplitud, más de 2.500 V, capaz de ionizar el aire y, por tanto, de crear arcos eléctricos entre el electrodo y los tejidos. Este se aproximará a la zona a tratar y sin llegar a tocarla; se deberá evitar contacto prolongado alguno para evitar crear agujeros en los mismos. También podríamos obtener estos arcos de un generador eléctrico de chispas (spark gap generator).



Estamos ante, lo que en electro cirugía se llama fulguración. No es una técnica muy aplicada en odontología, pero algunos equipos para esta especialidad la incluyen. La electro desecación se puede obtener, usando electrodos apropiados, y en los modos de coagulación, eligiendo una potencia adecuada. Los aparatos que incluyen salida micro bipolar pueden realizar desecaciones sin chispas, lo que es ideal para ciertas aplicaciones ( Figura 11). **Figura 11.** Gráficas de las distintas corrientes empleadas en electro cirugía con su descripción. Con todo lo expuesto ya podemos hablar de la configuración interna del electroimng/bisturí.

## FUNCIONAMIENTO INTERNO

Explicaremos un poco sobre el interior del equipo. En la Figura 12 se puede ver un diagrama de bloques interno del instrumento. La energía necesaria es tomada de la red eléctrica de 220 V, siendo transformada en corriente continua por la Fuente de Alimentación interna. Este módulo se encarga de proveer energía a todos los demás. El módulo Oscilador de RF se encarga de crear la onda portadora y el Oscilador de Coagulación, la señal moduladora. Estas dos ondas son mezcladas en el Modulador. Luego son ampliadas en el Amplificador de Potencia, para salir, según selección, por la toma monopolar, hacia el mango porta electrodos, o la toma bipolar, hacia la pinza electro coaguladora. El circuito se cierra por la toma de neutro o antena para el monopolar y entre terminales de pinza para la bipolar. Siguiendo normas, estos equipos deben avisar, con señal luminosa y acústica, la activación de los electrodos, con el fin de advertir a los operadores cercanos y evitar así accidentes. También deben de disponer de un circuito de desconexión de emisión en caso de placa neutra desconectada, con el fin de evitar quemaduras. En el caso de electrodo tipo antena, el problema se invierte, ya que aquí lo problemático, es que se rompa el aislante y se produzcan con ello quemaduras de contacto.

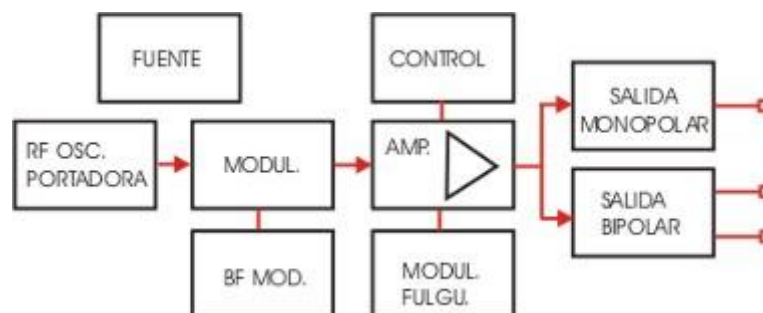


Figura 12. Diagrama de bloques de un electroimng/bisturí de uso dental. Un Bloque de control permite ajustar desde afuera todos los parámetros de operador. El pedal de activación se conecta allí.

## MANTENIMIENTO

Los modernos equipos de electro cirugía presentan un nivel de seguridad elevado. No obstante se recomienda a los usuarios que sigan detenidamente las instrucciones del fabricante para evitar males mayores. Una buena costumbre es hacer revisar el equipo todos los años por un técnico competente en la materia con emisión de informe escrito si procediera en donde se hiciera constar las potencias entregadas por el equipo, las derivas de corriente detectadas y el estado de electrodos. Un electroimg/bisturí es un instrumento quirúrgico y como tal debe tenerse ciertos cuidados con él. Al ser de funcionamiento eléctrico, debe prestarse especial atención a los accesorios, para así poder asegurar un funcionamiento fiable y seguro durante años. Estos equipos suelen durar mucho tiempo si se les trata adecuadamente. Se le debe mantener limpio con la aplicación de un trapo ligeramente húmedo y siempre haciéndolo tras desconectar el equipo de la red. Se debe procurar no someter a los cables a tensiones mecánicas innecesarias y observar el estado de los electrodos y la placa neutra. Esta última, tenga la forma que tenga (plana, cilíndrica, flexible, etc.), debe mantenerse limpia y sin restos de óxido para asegurar un buen contacto. Si el paciente presenta sudoración, podemos utilizar un gel conductor para mejorarlo. Si el electrodo neutro es de tipo antena debemos vigilar que no presente fisuras. Los electrodos tienden a ennegrecerse desde la primera intervención. No se deben de intentar limpiar, con materiales que rayen, ya que se destruiría los acabados que tienen de fábrica, acortando considerablemente su vida útil. Se limpiarán con el fin de eliminar restos de las intervenciones. Conviene que todos los accesorios sean esterilizables incluidos los cables.

## PRECAUCIONES

Se debe de tener especial cuidado en actuar sobre pacientes portadores de marcapasos. El equipo podría interferir con los mismos. Retirar todo elemento metálico del paciente con el que se pueda interactuar: anillo, brazaletes, cadenas, reloj, etc. Evitar que el paciente esté en contacto con partes metálicas ligadas a tierra. Recordar que cuerpos metálicos presentes en la zona pueden condensar parte de la energía y calentarse sensiblemente. Se debe evitar el contacto prolongado del electrodo vivo con estos objetos. Se debe evitar que el cable del electrodo esté en contacto con el paciente o con otros conductores. Usar siempre la menor potencia que sea posible. Cuando el electrodo está activado no se debe poner en contacto directo con el neutro. Esto supondría un cortocircuito. Una vez activado el electrodo no perder mucho tiempo antes de aplicarlo al objetivo.