



Deseamos compartir con Ud. las nociones básicas sobre radiofrecuencia. Conocemos de la gran apertura a lo tecnológico del profesional médico y sentimos que será de mutuo beneficio el mayor conocimiento de las herramientas empleadas y su basamento tecnológico. El contenido de este artículo es aportar información y carece en lo absoluto de rigor científico.

Los profesionales con formación técnica incluso la podrán hallar discutible y deformada. Es dable juzgarla desde el punto de vista que constituye un intento de interpretación de la realidad en función de una óptica tecnológica destinada a establecer un lenguaje común con el usuario de estas técnicas.

Somos conscientes que la lectura de estas líneas provocará más de una sonrisa y quizás será motivo para que nos envíen algunas líneas para aportar información más exacta. En ese caso se habrá cumplido la misión planteada: **mejorar la comunicación diseñador/usuario y enriquecerla con vuestros comentarios que incorporaremos en futuras entregas¹.**

Sobre el origen

Hace más de medio siglo que se utilizan técnicas electrónicas para cirugía.

Conocemos por antecedentes familiares de los años 1930, que al emplearse los primeros transmisores de radio ocurrían accidentes al manipular los cables de conexión de antena: Según el punto donde se tocaba podía ocurrir que en lugar de percibir una sensación propia de una corriente eléctrica ocurriera una quemadura muy rápida, limpia y no sangrante, de fácil cicatrización.

En oportunidades el “quemado” solo se enteraba del accidente por el olor clásico a carne chamuscada, ya que la concentración en la tarea no permitía sentir el bajo dolor (no hay sensación ni dolor propio del calor). **Quizás la reiteración del fenómeno llevó a la aplicación deliberada de esta técnica en la cirugía.**

En los albores de la radio se recurría a un ingenioso método para generar radiofrecuencia a bajo coste consistente en elevar la tensión eléctrica hasta algunos miles de voltios, para luego hacer saltar una chispa entre electrodos de metal. A esas “chispas” se las denomina arco voltaico y se producen por un fenómeno de ionización del aire. Se trata

- 1904: Invento de la válvula termoiónica por Fleming
- 1910: 1er caso documentado de quemaduras por radiofrecuencia
- 1926: Desarrollo del primer electrobisturí por el Dr Bovie
- 1947: Invención del transistor
- 1961: Nace la microelectrónica

de un poderoso ruido eléctrico, que filtrado por bobinas y capacitores sirve como pseudo-generador primitivo y económico de radiofrecuencia.

Lo cierto es que hasta hace muy poco tiempo aún se fabricaban en nuestro país equipos de radiofrecuencia con esta rudimentaria técnica. Sus resultados son elementales ya que la energía resultante es espuria por su arcaico método de obtención. Es doloroso decirlo pero en numerosos quirófanos actuales se hallan aun en servicio equipos que, bajo un moderno aspecto, tecnológicamente hablando son verdaderas reliquias del siglo XIX.

El estado del arte de la técnica

De la época de los chisperos y la galena, se pasa a un estadio superior que son: Las válvulas electrónicas, verdadera revolución para las técnicas que la Humanidad disponía entonces.

Es en esa época que la ciencia electrónica comenzó a enriquecer las disponibilidades en el entorno médico posibilitando su avance actual.

Sucede a la válvula electrónica un dispositivo que al comienzo de los años 1960 pareció la Gran Revolución, su majestad el **TRANSISTOR**. Debemos a este pequeño y económico componente electrónico el actual avance tecnológico. Su etapa ha sido esencialmente la de generación intermedia -muy valiosa por cierto- entre la filosofía de diseño con válvulas y la microelectrónica.

Los dispositivos transistorizados (o vulgarmente de estado sólido) normalmente resultan de una laboriosa adaptación de los valvulares, reemplazando en donde es posible un sistema por otro. No existe una auténtica innovación. La filosofía de diseño no cambia salvo en pocos y contados casos.

Un cambio de filosofía interesante ocurre del transistor a los circuitos de alta Integración, cucarachas maravillosas, llenas de patitas, que resumen en su interior entre decenas, cientos y miles de transistores. A un costo muy bajo, funciones muy poderosas y enorme seguridad operativa, amplían el horizonte del diseñador actual. También es cierto que la verdadera revolución es económica: en la actualidad el valor de un equipo es su valor agregado y no como otrora, el costo de componentes.

¹ Si desea obtener mayor información técnica, le recomendamos la lectura de nuestros Cuadernos Técnicos.

Electrobisturi vs radiofrecuencia

Cuando a fines de la década del '70 los fabricantes del mundo percibieron que los aparatos ofrecidos eran pasibles de grandes mejoras, dedicaron mayores esfuerzos a perfeccionar los viejos equipos de "electrocirugía". Resultado: la aparición de unidades con formas de onda muy perfeccionada, con menor necrosis abriendo áreas de trabajo para la cirugía con aparatos de corte y coagulación que antes se reservaban al "bisturí frío". Neonatología, Plástica, Neurocirugía, etc.

El surgimiento de las técnicas denominadas **no invasivas** lleva a intensificar los esfuerzos en este sentido, ante la conveniencia de adecuar los equipos a estas nuevas exigencias.

Paralelamente la microelectrónica permite desarrollos de dimensiones y peso cada vez más reducidos, posibilitando a cada profesional tener su unidad propia, liberándolo de la dependencia de la institución en la que opera. Así como se vale de su Equipo Humano de trabajo, lleva su propio instrumental, al que está habituado y se haya entrenado para usar. Disponer su entorno propio de trabajo brinda:

- **Seguridad**
- **Acorta los tiempos de exposición del paciente**
- **Minimiza los resultados adversos.**

Dentro de este contexto surgen las unidades de reciente diseño, portátiles, de mejores prestaciones y precio accesible.

Para marcar diferencia entre la generación de equipos producto de viejas técnicas de las nuevas generaciones, algunos fabricantes lanzan el término **RADIOCIRUGIA o RADIOFRECUENCIA**. Vemos que la diferencia es fundamentalmente obedece al **marketing**, ya que la **NORMA IEC 60601-2-2²** nos habla de "aparato electromédico que incluye los accesorios adecuados para el logro de operaciones quirúrgicas tales como corte o coagulación de tejido biológico por medio de una corriente de alta frecuencia." Aclaran que son recomendables frecuencias superiores a los **300 Kilohertz**, para minimizar los efectos de estimulación neuromuscular.

En ningún momento esta norma hace otra distinción.

¿Cuales son los parámetros deseables?

Esta pregunta nos dominaba cuando comenzamos en 1985 con nuestros primeros productos en **Radiofrecuencia**.

La información disponible no era clara y el fenómeno no estaba satisfactoriamente explicado. Al avanzar en la investigación comienzan las conclusiones que intentamos transmitir.

² En Argentina existe la Norma IRAM 4220-2-2 relativa a aparatos de radiofrecuencia utilizados en cirugía

Muchos son los parámetros que determinan el comportamiento de un equipo de radiofrecuencia. Algunos de ellos importan diferencias francamente grandes, llegando a que equipos con variaciones en ellos, puedan ser incómodos o peligrosos de utilizar. Otros hacen a las mejores prestaciones de una unidad, a la calidad del producto, diferencias sensibles solo al observador atento, parámetros que hacen las diferencias entre las "grande Marcas" del mercado mundial.

Todos cortan o coagulan, pero las prestaciones son diferentes en los usos de detalle. Al mismo tiempo, estos parámetros son de difícil medición. Es necesario reconocer que desde el punto de vista técnico la diferencia es sutil. A los efectos de comunicarnos, proponemos denominarlos como **Primarios** y **Sutiles**.

Desde el punto de vista ingenieril esta diferenciación no es correcta: **TODOS** son parámetros, debieran ser **TODOS** mensurables y **PREDECIBLES**, para cada unidad y **REPETIBLES** para la serie o modelo. En la práctica algunos parámetros son de medición harto compleja, baja predictibilidad y pueden no darse iguales en toda la serie o modelo en cuestión. Se hallan vinculados con características constructivas, dispersión natural en los valores de los componentes, etc. A estos parámetros los llamamos "**SUTILES**".

Otros no ofrecen dificultad: Son repetibles o ajustables en fábrica y se cumplen fácilmente para la serie o modelo. A estos los denominamos "**PRIMARIOS**".

Como ejemplo de parámetros "**primarios**" podemos citar:

- Tensión de salida bajo carga resistiva, o sin carga
- Frecuencia de salida
- Potencia bajo condición de carga definida, etc.

Como ejemplo de "**Sutiles**":

- Variación de la tensión de salida
- Forma de onda
- Frecuencia, bajo diferentes condiciones de carga.
- Variación de estos parámetros en función de la conexión de accesorios: Laparoscopia, mangos, electrodos diversos, condiciones del campo de trabajo: húmedo, seco, salino, fibroso, etc.

Expresiones de la potencia de salida

Definir potencia de salida a través de un panel digital o por la posición de una llave, interruptor u otro método de ajuste es erróneo, ya que la misma es función de la carga (tejidos) y totalmente variable según:

- el espesor del tejido
- tipo del mismo
- grado de humedad
- electrodo utilizado, etc.



En todo caso, lo que se expresa es una capacidad relativa de comportamiento de la unidad frente a los tejidos. Equivale a que el fabricante de automóviles exprese la potencia del motor en RPM (revoluciones por minuto). Si colocamos el “cuentavuelta” del automóvil a un valor de 4.500 RPM en “vacío o punto muerto” o en 5ta. velocidad, el parámetro RPM será el mismo, pero la potencia entregada y los efectos son absolutamente diferentes: en punto muerto el esfuerzo del motor será mínimo, en 5ta. cerca del máximo.

En otros términos, las escalas indicadoras solo expresan un parámetro “primario” que, según la seriedad del fabricante, será garantía de repetición de los parámetros “sutiles” asociados. Esto último es lo que realmente interesa al cirujano.

En modo alguno estamos negando la practicidad de una escala indicadora digital (display). Deseamos puntualizar lo relativo de este método de expresión de potencia de salida. El valor que poseen es únicamente válido para unidades de esa misma marca y modelo, siempre que el fabricante tome los recaudos para hacer repetibles los parámetros “sutiles”.

Al mismo tiempo nos preguntamos si son realmente cómodos estos sistemas de indicación, visto el fracaso de los relojes de indicación digital frente a los de aguja.

De la información

En la folletería y manuales técnicos de los equipos (aún de origen extranjero) **SOLO** figuran los parámetros **primarios**.

Los “**sutiles**” son información reservada del fabricante. Constituyen los genes que hacen al carácter del equipo. A su vez si a estos parámetros el fabricante no los domina perfectamente, no los puede reproducir de una unidad a otra. Confieren al equipo un **temperamento**, que varía de serie en serie. Son esos equipos que hacen decir a un profesional: “Este salió bárbaro, pero aquel no anda igual”. **Lo grave es que en oportunidades tiene razón.**

Estos parámetros “**sutiles**” son los que suelen variar con:

- la temperatura
- la humedad
- horas de funcionamiento
- o cualquier otra situación que lo afecte.

Nos hacen decir cosas como “**hoy está temperamental**”. En el quirófano no son deseables los sistemas que manifiesten temperamento. **Con los humanos es bastante.**

Nuestro trabajo se ha centrado en los últimos años en lograr **repetibilidad** de los parámetros “**sutiles**”. Para ello recurrimos a técnicas digitales que permiten gran confiabilidad.

Son objeto de atención detalles como:

- forma de onda de ataque en el tren de pulsos,
- apagado del mismo

- impedancias de salida bajo distinta condición
- variación de impedancia de salida en función de la potencia y de la carga

Si en algo siente Ud. usuario, que fallamos, rogamos nos lo haga saber en unas líneas. Relátenos su experiencia, tipo de aplicación, necesidad específica, etc, será para nosotros de auténtica utilidad.

Repasando la idea de coagulación



Qué es la coagulación?:

Cuando elevamos la temperatura de un tejido vivo por encima de los 70°C comienza a coagularse la proteína. Deja de ser tejido “vivo”, si bien conserva muchas de sus características orgánicas. Recordemos que la Radiofrecuencia es una oscilación electromagnética y como tal, provoca agitación molecular en tejidos que por su constitución natural poseen gran cantidad de agua y sales siendo capaces de conducir corrientes eléctricas, aunque sin la perfección de un conductor metálico, por poseer mayor “resistencia eléctrica” al paso de la corriente.

En un primer análisis simplificado podemos decir que la capacidad de conducir corriente eléctrica en un conductor es proporcional a los electrones libres que posee por lo tanto un aislador es un material con pocos electrones libres. En un tejido, la capacidad de conducir es proporcional a la cantidad de agua y sales que lo constituye, en otras palabras, la presencia de agua y sales disueltas configuran un “electrolito” o líquido con átomos disociados, que permite el desplazamiento de los electrones con *cierta* libertad. Ejemplos de electrolito son el “ácido” de la batería de automóvil, el suero fisiológico, etc.

Si tenemos en cuenta la idea de conductor eléctrico, se comprende fácilmente la causa por la que se ven afectados de distinta manera tejidos como el graso o el óseo. O bien la justificación del uso de Gel en el electrodo dispersivo (placapaaciente) mejorando el trabajo del **electrobisturí** y alejando la posibilidad de quemaduras por falso contacto.

El gel utilizado tiene adicionadas sales que garantizan su baja “resistencia eléctrica” al tiempo que aporta un interesante caudal de humedad

El horno de microondas

El horno de microondas, como el radar (u otros equipos que generen altas frecuencias con alta energía) **NO** pueden calentar plástico, vidrio, loza, etc. y casi no provocan incremento de temperatura en tejidos de muy baja humedad. Un trozo de bacalao seco es poco sensible a la acción de microondas. La “bandeja doradora” posee en el interior de la masa de vidrio un entramado conductor destinado a captar algo de energía de radiofrecuencia, transformándola en calor y provocar la coloración

de los alimentos. Estos no adquieren color durante la cocción debido a que las microondas calientan **“desde adentro hacia afuera”**. En rigor, cada porción del alimento genera su propio calor y tiene casi la misma temperatura en el interior que en el exterior. Si damos suficiente calor para generar la tostación del alimento, se nos quemará en su integridad, tanto en el núcleo como en la periferia. **Los tejidos óseos son poco afectados por el horno.**

En otro orden, son conocidos los accidentes en aviones militares al conectarse en tierra el radar de alto poder que poseen, “cocinando” el cerebro de una persona a distancias importantes en segundos. La agitación molecular de las células provoca un rápido incremento de la temperatura, dañando las células nerviosas pero no la caja craneana. En la cocción en hornos térmicos comunes la temperatura en el exterior del alimento es mucho más alta que en interior, por ello es que el exterior se “dora” y el interior se cocina suavemente. Hay un gradiente de temperatura decreciente desde afuera hacia adentro del alimento bajo cocción. El interior estará a temperatura francamente inferior.

La propiedad de las ondas cortas de calentar por agitación es la que las hace útiles en fisioterapia, ya que permiten generar calor en el interior del cuerpo tanto como en la periferia. En apariencia el exterior permanece “frío” solamente porque disipa la temperatura por radiación, mientras que el interior tiende a conservarla, unido a que los tejidos en el interior abundan en agua y sales. El tejido adiposo es menos sensible a la generación de temperatura por radiofrecuencia, ya que la grasa es mala conductora eléctrica.

¿Cómo se aplica la energía

Esta es una interesante cuestión que hace **fundamentalmente** a la calidad del corte o coagulación en Radiofrecuencia. Para el caso del horno de microondas o el equipo de fisioterapia es claro que **NO** hay contacto directo entre los tejidos y la fuente de energía en uso. Por tratarse de ondas electromagnéticas frente a un medio sensible a la conducción eléctrica como son los tejidos, para aplicar la energía será suficiente **“sumergirlos”** en un campo electromagnético tal como la caja del microondas y su elemento irradiante interno o electrodo de onda corta, para el caso de fisioterapia.

Por cualquiera de estos métodos se genera un campo electromagnético en el interior de los tejidos y la consiguiente elevación de temperatura. Para el caso de las unidades electroquirúrgicas, la energía es aplicada en apariencia por contacto eléctrico entre el electrodo y el tejido.

En la realidad, en los equipos de buena calidad de Radiofrecuencia ello solo ocurre durante la coagulación, pero en el corte **NO** debe producirse contacto eléctrico directo.

Corte

Durante el proceso de corte se genera un campo eléctrico intenso alrededor del electrodo encargado de transmitir la energía. La vaporización de agua con sales resultante de la elevación de temperatura en ese campo hace las veces de vehículo

(conductor eléctrico) para la corriente. Cuando la relación entre la velocidad de avance y la potencia empleada es la correcta, el tejido no llega a hacer contacto directo con el metal. No toca y **CORTA**, como cuando se aproxima una hoja caliente a la manteca. En este equilibrio de condiciones, el calor en los tejidos periféricos es bajo, lográndose mínimo daño.

La coagulación es buena, ya que la temperatura es más que suficiente para actuar sobre la proteína. Es importante considerar que el calor coagulante generado en el proceso de corte con hemostasia, es controlado y de mayor penetración en los tejidos adyacentes, por ser producto de campos electromagnéticos -similar a fisioterapia o microondas- en lugar de ser por contacto directo con un elemento caliente o chispas como en el electrobisturí convencional. Esto explica el fenómeno observado al hacer corte coagulado con unidades de Radiofrecuencia, obteniendo mucha mayor capacidad de control sobre el sangrado con menor necrosis.

En un equipo de Radiofrecuencia el fabricante debe cuidar las formas de onda, tensiones parásitas etc. para evitar que un “pico de tensión” destruya la vena de gases generando chispas. Estas aparecen por la inflamación de los gases conductores fuertemente impregnados de sales, derivando en molestas quemaduras que destruyen el tejido sin lograr la coagulación. **Esta diferencia práctica hace a la calidad del equipo.**

Coagulación

En la coagulación las cosas son a la inversa, el electrodo debe tocar el tejido, para transmitir la energía en forma “eléctrica” sin por ello producir chispazos o quemaduras. De esta forma se llega a una coagulación controlada, con mínima temperatura en los tejidos, sin coloraciones oscuras o necrosis de los tejidos. Ni aún en el caso que el cirujano desee destruir los tejidos por **“fulguración”** la unidad debe permitir la aparición de “chispas”, ya que estas destruyen áreas de tejido en forma incontrolada.

Como mencionamos las chispas se suelen producir por la ionización de los gases y a veces por la inflamación de las sales presentes en los tejidos que se volatizan por el exceso de tensión (voltios) provocando “cortocircuitos” entre el electrodo y los tejidos. La aparición de “chispazos” es un indicio de riesgos quirúrgicos posteriores, edemas, pequeñas hemorragias internas, etc. que son producidas por el **“tapón”** necrótico que fue rechazado y expulsado antes que se produjera la cicatrización del vaso. **Coagular es significativamente distinto de necrosar.**

¿Cual es la diferencia entre corte y coagulación?

Trabajando en radiofrecuencia, puedo cortar y coagular tejidos con mayor o menor daño adyacente según formas de onda, potencia, características de la unidad en uso, etc.

El corte es **“con Hemostasia”** cuando la onda de radiofrecuencia es discontinua (modulada o interrumpida). Una forma de verlo es asimilarlo con apagar y encender al apa-



rato unos 10.000 veces por segundo. El efecto buscado es aplicar radiofrecuencia (corte) y luego apagarlo, permitiendo la disminución de la temperatura en los tejidos (ciclo de hemostasia) para volver a encenderse. Estos ciclos varían rápidamente y el efecto es audible. Si se presta atención hay una diferencia de sonido entre “corte puro” y “corte coagulado”. El acierto del diseño permite hallar los valores entre los tiempos de apagado y encendido, así como que el apagado no es total, el encendido tampoco es violento, etc.

Esto es lo que hace a la diferencia fundamental entre distintas marcas y los resultados que se obtienen en el quirófano son los pequeños secretos de cada unidad (o parámetros **sutiles**) que se les dan las características propias.

La corriente eléctrica no importa su tipo, **SIEMPRE** circula de un lugar a otro. Alguien pensará sonriente: menos mal que se dio cuenta, ¡por eso se llama corriente! A pesar de ser obvio, se nos pasa por alto frecuentemente. Una batería conserva su contenido mientras no se cierran sus polos generando una corriente.

Monopolar y bipolar

Un humanista diría que vivimos en un maravilloso mundo bipolar: Quizás para no ser una excepción el electromagnetismo no escapa a esta ley. ¿Será el mango activo heterosexual?. **¡Para nada!** El otro polo, digna contrapartida del mango activo, permanece en el casi

RESUMIENDO IDEAS

- * Electrodo de corte de baja área lateral, como los de “aguja” producen menos efecto de hemostasia durante el corte, al mismo tiempo dañan mucho menos los tejidos. Este tipo de electrodos son muy interesantes para las técnicas que requieren gran sutileza en el corte. No son adecuados para zonas muy sangrantes. Requieren menor potencia que los de gran área.
- * A mayor profundidad de corte, será necesario disponer de mayor potencia, ya que estará mayor superficie de electrodo descargando energía. Si la unidad en uso posee control automático interno de potencia, esto se verá compensado.
- * A mayor velocidad de corte se requiere mayor potencia.
- * El corte puro deberá ajustarse con menor potencia que el corte con hemostasia (blend).
- * El corte con altos niveles de hemostasia, produce mayor necrosis que con niveles medios: a mayor hemostasia mayor destrucción.
- * La óptima potencia de corte es la menor a la cual se puede desplazar el electrodo sin que “se pegue” al tejido.
- * El tejido se “pega” cuando se corta la vena de gases.
- * Cuanto menor la potencia empleada, menor será el daño innecesario sobre los tejidos.
- * Mantener el electrodo limpio y libre de adherencias.
- * Un método para “aumentar” o “disminuir” la potencia de corte sin tocar los controles, será aumentar o disminuir la velocidad de desplazamiento del electrodo. Cuando mas lento, equivaldrá a aumentar la energía. En general se estima que la velocidad de desplazamiento estará entre los 7 y 9 mm/seg.
- * El corte de mayor “limpieza” es el “corte puro”, pero un buen diseño minimiza esta diferencia

De los electrodos y sus nombres

Los electrodos son elementos de aplicación de la energía eléctrica o por extensión, electromagnética. También se habla en fisioterapia de electrodos si bien los elementos de aplicación son en oportunidades aislantes. En este caso se genera un campo electromagnético, sin necesidad de existencia de contacto eléctrico.

anonimato oculto tras el paciente.

Ciertos equipos de depilación o coagulación trabajan sin placa-paciente: **falso**. En la realidad el retorno de la corriente es “**por capacidad**” hacia tierra. El globo terráqueo en pleno es nuestra placa-paciente.

Es el mismo camino que toma la corriente de línea cuando tocando un solo polo, recibimos una descarga. El funcionamiento de bipolar es claro, la corriente circula de un extremo a otro de la pinza o el accesorio bipolar. La buena calidad de diseño del equipo determina que la corriente de “fuga” de

bipolar hacia tierra o placa-paciente sea muy baja, favoreciendo el trabajo bipolar. Lo atractivo de este modo de trabajo es que la corriente tiene un circuito muy corto y definido logrando una coagulación puntual, mas limpia, de total definición. Las potencias necesarias son menores. La misma acción de pinzar un vaso, contribuye a la coagulación más rápida de la íntima. Con sólo retener unos segundos, el vaso quedará sellando límpidamente.

Un vaso coagulado en modo monopolar, hace circular la energía por el tramo libre hasta ingresar al cuerpo, y de allí circula por todo el cuerpo hasta la placa paciente. Produce calor en el vaso como si fuera un cable, además de la zona de contacto de la pinza o bolita, se ven así sometidas a esfuerzo zonas mayores. Puede irradiar a nervios próximos a la zona de trabajo.

La placa paciente

La placa paciente es el ilustre desconocido de la historia. Desde su oculta posición, lo que se espera de ella es una humilde existencia en toda la cirugía. ¿Será indicador de tarea eficazmente cumplida si el Equipo Médico no conoce de su presencia? La “rebeldía” que demuestra en ocasiones, quizás fruto de falta de vocación, se manifiesta como sorpresas muy desagradables para el Equipo Médico (y el paciente) añadiendo a una exitosa cirugía el toque desagradable de generar una lesión evitable.

Suponemos que su nombre deriva de hallarse situada en una incómoda posición (nalga, espalda, etc.) y ser responsable tanto o más que el electrodo activo del manejo de la energía. Recibe otros nombres:

- **Electrodo neutro:** Profundo error, de neutro no tiene nada.
- **Electrodo dispersivo:** Este último es a nuestro juicio el único que alude realmente a su verdadera función.

Gráficamente: la energía “sale” por el electrodo que posee el cirujano en su mano y atravesando el cuerpo, retorna al equipo haciendo contacto con la placa-paciente. El “activo” corta o coagula al aplicar importante energía en un **área pequeña**, mientras que el electrodo dispersivo “recoge” la **misma energía** en un área grande, la dispersa evitando daños en los tejidos, que tienen una determinada capacidad de absorción de energía **SIN** dañarse.

Hemos comprobado que en cirugías muy largas en las que se maneja muy intensamente coagulación (una de ellas la cardíaca) en oportunidades aparecen daños por “quemaduras”. Nuestra interpretación es que la energía absorbida por los tejidos a lo largo de 6 u 8 horas provoca daños por paso de corriente, no quemadura. Fenómenos de electrólisis que afectan gravemente a las células destruyéndolas. La solución simple consiste en utilizar electrodos dispersivos de tamaño 3 ó 4 veces mayor que el habitual. Fin al inconveniente. **En todos los casos el gel ayuda a correr menos riesgos³.**

Con unidades de *Radiofrecuencia* hay mayores garantías. Los equipos, bien diseñados, con formas de onda limpia y de gran precisión necesitan mucha menor potencia para el mismo efecto.

La tecnología

Hay varios criterios de detección de falla en la conexión del electrodo dispersivo.

Método	Ventaja
Se habilita el funcionamiento cuando se halla conectada la placa paciente, sin ningún análisis	Asegura que el cable se halla conectado, no si la placa se halla en contacto con el paciente
Monitoreo de la presencia de la resistencia eléctrica (impedancia) de los tejidos entre dos áreas del electrodo dispersivo.	Es seguro, siempre que el contacto con el paciente sea perfecto, ya que como son DOS las áreas bajo análisis es factible que el sistema detecte problemas con demasiada facilidad.
Monitoreo de la presencia de la impedancia de los tejidos entre dos electrodos dispersivos colocados en sitios diferentes del paciente. (variante anterior)	No es cómodo ni seguro. Complica por ser necesario instalar dos electrodos, con sus cables, finalmente duplica el problema.
Monitoreo de la balanza electrónica. (Desarrollado en Nuestros Laboratorios).	Se monitorea que la corriente que sale del equipo, retorne al equipo.

Este último método fue seleccionado para nuestras unidades al comprobarse en la práctica diaria alta confiabilidad y sencillez. Requiere de un preciso balance de parámetros que una vez hallados son repetibles. Cada vez que el cirujano corta o coagula, se pone en marcha la **balanza electrónica**, verificando que la totalidad de la energía que la unidad entrega vía electrodo activo, retorne a través del electrodo dispersivo. El sistema posee una pequeña tolerancia previniendo la capacidad natural paciente/tierra y funciona muy exactamente en condiciones adversas. Como muestra: un cirujano probando una unidad tocó con sus manos sin guantes la cuchilla, la alarma bloqueó al sistema antes de producir daños. Este sistema funciona con elementos comunes de quirófano, ya que los cables, conectores, etc. son los standard habituales: *la diferencia se halla en el equipo*

adhesivos para minimizar las quemaduras. La tendencia actual es la de ir descartando el uso del electrodo neutro reusable.

³ La **ECRI** recomienda el uso de electrodos descartables auto-