

# Cirugía con electrobisturí de alta frecuencia (AF): Efectos, riesgos y minimización de peligros

Las manos son los instrumentos de trabajo más importantes del ser humano. Los guantes las protegen contra el frío, la suciedad, la contaminación y las heridas. En el sector médico se utilizan guantes especiales para proteger pacientes y personal médico-sanitario. Si se utilizan de forma adecuada, los guantes médicos deben evitar el intercambio de gérmenes entre los pacientes y los profesionales Médicos-Sanitario-Hospitalarios. El perfecto sentido del tacto, alta elasticidad y confortabilidad de calzado son otras condiciones necesarias que el producto tiene que ofrecer. Se puede cumplir perfectamente con estas exigencias con un espesor de tan solo 0,2 mm, sin embargo muchas veces se plantea la cuestión de si un guante quirúrgico puede ofrecer protección contra tensiones de aprox. 1300 Voltios, como se están utilizando en la cirugía con electrobisturí de alta frecuencia.

## 1. Aspectos generales de la cirugía con electrobisturí de alta frecuencia

Con ayuda de energía eléctrica, que se transforma en calor, se puede seccionar tejido biológico y cauterizar hemorragias. Puesto que esta tecnología trabaja con altas tensiones eléctricas presenta ciertos riesgos. Para poder minimizarlos hay que conocer su funcionamiento.

### 1.1. Interacción entre la corriente eléctrica y el tejido biológico

Son 3 los efectos que la corriente eléctrica tiene sobre el organismo humano: el efecto farádico, el efecto electrolítico y el efecto térmico.

#### 1.1.1. Efecto farádico

Las células susceptibles de estimulación fácil, como los nervios y los músculos, se estimulan por corriente eléctrica. La estimulación del tejido humano llega al máximo con una corriente alterna de aprox. 100 Hz, disminuyendo si la frecuencia va aumentando y pierde paulatinamente su efecto nocivo (fig. 1).

#### 1.1.2. Efecto electrolítico

La corriente eléctrica causa en el tejido biológico una corriente de iones. Los iones son las más pequeñas partículas cargadas de electricidad. En el caso de corriente continua los iones positivos se desplazarían hacia el polo negativo y los iones negativos hacia el polo positivo. En los polos, el tejido biológico sufriría daño. Por tanto, la corriente continua no es apropiada para el uso en cirugía. Sin embargo, si se utiliza corriente alterna con alta frecuencia, los iones cambian permanentemente su dirección de movimiento, es decir, están oscilando y por tanto no causan daño al tejido.

#### 1.1.3. Efecto térmico

La corriente eléctrica calienta el tejido, siendo el calentamiento en función de:

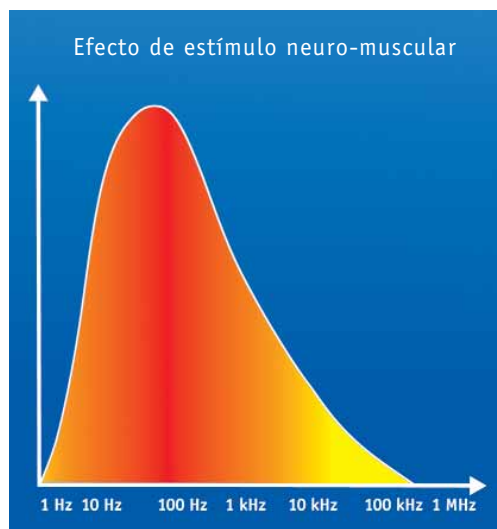


Fig. 1:  
Interacción entre frecuencia de la corriente alterna y el efecto estimulante sobre las células

- la resistencia específica del tejido
- la intensidad de la corriente y
- el tiempo de acción de la energía eléctrica

Cuanto más intensidad tiene la corriente, tanto mayor el aumento de temperatura y por tanto el efecto térmico. En la punta del instrumento eléctrico monopolar (electrodo activo) la intensidad de la corriente es muy alta, se forma un arco luminoso y por tanto se produce un calentamiento muy fuerte. En este lugar se puede cortar y/o obliterar. Sin embargo, en la superficie grande del electrodo neutral, la intensidad de corriente y la temperatura son tan bajas que no tienen ningún efecto.

## 2. Principio de la cirugía con electrobisturí de alta frecuencia

El principio se basa en los efectos arriba mencionados. Se aprovecha del efecto local térmico del arco luminoso para cortar tejido y cauterizar hemorragias. Para evitar daños en el tejido por el efecto electrolítico y por las estimulaciones de los nervios y músculos por el efecto farádico se utiliza corriente alterna de alta frecuencia de 100 kHz como mínimo.

Fundamentalmente la cirugía con electrobisturí de alta frecuencia se utiliza para dos cosas: para cortar y coagular.

### 2.1. Cortar tejido

Aplicando una corriente de alta intensidad, el líquido de las células del tejido se calienta tan rápidamente de manera endógena que por la presión de vapor producido en las células se rompe la membrana de las mismas (fig. 2). Se aprovecha este efecto para cortar o separar tejido, produciéndose una constricción de los vasos superficiales tan rápida, que la sangre se estanca.

### 2.2. Coagulación

Si el tejido se calienta lentamente el líquido exterior e interior de las células se evapora sin destruir las paredes (fig. 3).

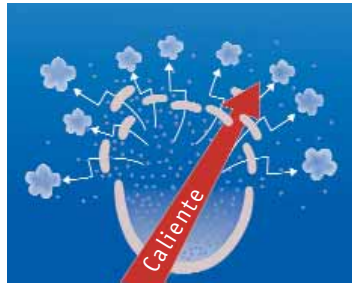


Fig. 2:  
Célula en el momento de cortar

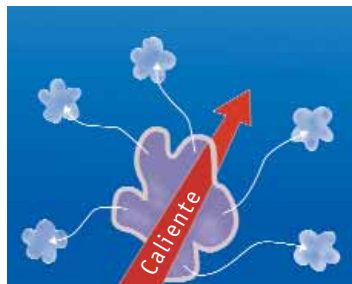


Fig. 3:  
Célula en el momento de coagular

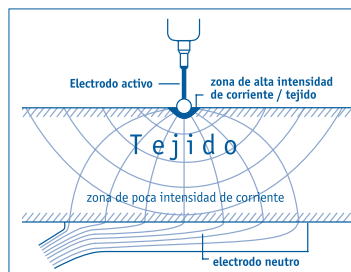


Fig. 4:  
Técnica monopolar

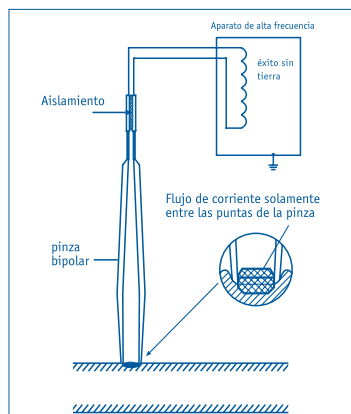


Fig. 5:  
Técnica bipolar

El tejido se encoge, sus elementos aptos a coagular se obliteran térmicamente y se consigue cortar la hemorragia, incluso tratándose de vasos más grandes.

## 3. Técnicas de la cirugía de alta frecuencia

Existen 2 métodos diferentes que se distinguen por el camino que toma la corriente eléctrica: la técnica monopolar y la técnica bipolar.

### 3.1. Técnica monopolar

En la punta del instrumento – el electrodo activo estrecho – se presenta un efecto térmico muy fuerte por el aumento de la intensidad de la corriente. En el tejido alrededor del sector operativo se puede con ello cortar y coagular. En el tejido más alejado la intensidad de la corriente

es considerablemente menor, la corriente puede irse del cuerpo sin efecto térmico, como simple energía eléctrica a través del electrodo neutral de gran superficie (fig. 4). De ésto resultan las ventajas siguientes frente a un corte

tradicional con bisturí:

- Evitar hemorragias
- Evitar la propagación de gérmenes
- Protección y trato más cuidadoso para el tejido

El grado de coagulación en la superficie del corte depende de la forma del electrodo y del trazado del corte, la profundidad de coagulación depende de la intensidad de la corriente de alta frecuencia.

### 3.2. Técnica bipolar

Esta técnica se utiliza sobre todo en Micro- y Neurocirugía y con ella se puede únicamente coagular. Se trabaja con un electrodo activo de dos polos (pinzas) teniendo ambos contacto con el campo operativo. No se necesita un electrodo neutral. La energía eléctrica se conduce hacia la pinza, en las puntas se produce el efecto térmico y con él se puede coagular (fig. 5).

#### 4. Manejo seguro de los aparatos para la cirugía con electrobisturí de alta frecuencia

Los altos estándares de seguridad e innovaciones técnicas hacen de la cirugía de alta frecuencia un método de intervención muy seguro si se utiliza de forma correcta.

Estar consciente de los riesgos ya contribuye a evitar efectos negativos, como p.e. descargas eléctricas en lugares donde no se desean. No se necesitarían guantes quirúrgicos como protección, pero naturalmente tienen que utilizarse por razones higiénicas.

##### 4.1. Riesgos para el paciente

Si existe contacto entre el campo operatorio y el electrodo neutral y un objeto que tiene toma de tierra, se pueden producir descargas no deseadas. La energía eléctrica refluye a través de esta superficie de contacto en lugar de al electrodo neutral. Cuanto más pequeña ésta sea (alta intensidad de corriente), tanto mayor es el efecto térmico y por tanto la posibilidad de quemaduras.

##### 4.2. Seguridad para el paciente

Para proteger al paciente deberían considerarse sobre todo los puntos siguientes:

- Posición correcta del paciente (seco y aislado)
- El paciente no tiene que tener ningún contacto con objetos que tengan toma de tierra.
- Ningún contacto debe existir entre piel y piel (p.e. entre médico/ enfermera y paciente, o solamente en el mismo paciente).
- Los cables tienen que mantenerse cortos, sin contacto entre sí, no deben ser 'enrollados', formar lazos, o ser fijados mediante bornes metálicos.
- Cuidado con los líquidos desinfectantes, ya que contienen alcohol y éste puede inflamarse con la chispa eléctrica.
- El asa del electrodo no debe ponerse ni directamente sobre el paciente ni sobre la cobertura del

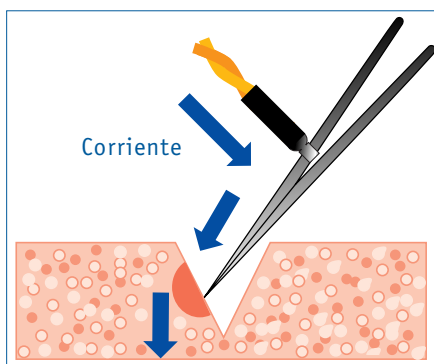


Fig. 6:  
Flujo de corriente deseado en la cirugía AF monopolar  
Importante: Activación del electrodo activo tan solo al contacto de la pinza con el tejido

mismo, sino siempre en el sitio previsto para ello.

- Utilizar siempre la tensión mínima posible.
- El posicionamiento correcto del electrodo neutro es muy importante.

##### 4.3. Posibles riesgos para el cirujano

Tanto para el cirujano como para el paciente la cirugía de alta frecuencia es un método bastante seguro debido a los efectos antes mencionados. Sin embargo, de vez en cuando se producen descargas

eléctricas no deseadas. Si se producen en la mano del cirujano se denomina penetración eléctrica o quemadura. Por el arco luminoso entre el instrumento quirúrgico y la mano del médico se produce en un período muy corto un recalentamiento muy fuerte. La alta temperatura destruye por una parte la capa de latex del guante y por otra puede causar lesiones dolorosas en la mano. Traspasos térmicos se producen sobre todo, si se está coagulando con un electrodo monopolar con una pinza. Si ésta no está todavía en contacto con el tejido, o el electrodo ha sido activado demasiado pronto, la corriente no tiene salida a través del paciente hacia el electrodo neutral. Por tanto los reflujos de corriente se efectúan a través de la pinza en la mano del cirujano, y no a través del paciente. Si la

superficie de contacto de la pinza con la mano del cirujano es muy pequeña (agarre ligero de la pinza), la intensidad de la corriente es muy alta y se produce un calor muy fuerte. Se produce el mismo efecto que es deseado en la cirugía de alta frecuencia- pero en el lugar erróneo. La energía térmica es tan alta, que se producen traspasos,- la capa de latex se funde, se forma un poro y se pueden producir quemaduras puntuales en la piel de la mano del usuario. El fuerte calentamiento local puede afectar tanto los guantes de latex natural como los de latex sintético.

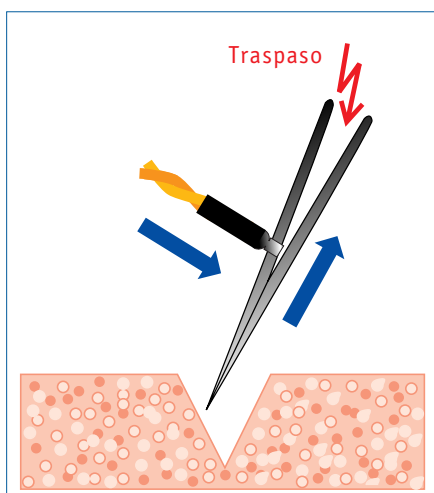


Fig. 7: Coagulación contra el aire. Está claro que antes de empezar a trabajar el aparato tiene que controlarse (cables, electrodos, interruptores etc.)

#### 4.4. Consejos para el usuario

Como para el paciente, también para el usuario deben tomarse determinadas precauciones, para evitar incidencias:

- Controlar el aparato antes de ponerlo en marcha: evitar lazos en los cables, asegurar buena conexión de electrodos e interruptores
- Utilizar solamente accesorios de la misma marca que el aparato
- Utilizar pinzas aisladas
- Poner el electrodo activo siempre primero en el tejido para cortar o sobre la pinza en el caso de coagular, y activarla después
- Cambiar de guantes durante las intervenciones largas, debido a que, los efectos de las grasas, sudor de la piel y los líquidos corporales sobre la película de látex, reducen el tiempo de resistencia del guante



Fig. 8:  
Guante de electricista y guante quirúrgico

#### 5. ¿Un guante quirúrgico ofrece protección eficaz para trabajar con aparatos de alta frecuencia?

Lo que eventualmente se espera de un guante quirúrgico es que proteja contra quemaduras por corrientes de alta frecuencia.

Básicamente la goma "per se" es un aislante. Pero el efecto aislante depende en buena parte de la composición física de la capa de látex y de su espesor. Cuanto más grueso tanto mejor el efecto de protección. La cirugía de alta frecuencia trabaja con tensiones medias de 1200 V y puntas hasta 4000 V. Según Norma Europea

Para corriente alterna entre 0,3 hasta 1 megahertzios (MHz) son válidas las siguientes resistencias:			
Tejido biológico		Metal	
Sangre	$0,16 \cdot 10^3$	Plata	$0,16 \cdot 10^{-5}$
Músculos, riñón	$0,2 \cdot 10^3$	Cobre	$0,17 \cdot 10^{-5}$
Hígado, bazo	$0,3 \cdot 10^3$	Oro	$0,22 \cdot 10^{-5}$
Cerebro	$0,7 \cdot 10^3$		
Pulmón	$1,0 \cdot 10^3$		
Grasa	$3,3 \cdot 10^3$		

Tabla: resistencias de diferentes materiales en:  $10^{10} - 10^{13}$  [ $\Omega \cdot \text{cm}$ ]

EN 60903 se necesitan guantes de electricista del tipo II con paredes de 2,3 mm (fig. 8) para protegerse contra tales tensiones. Por contra, un guante quirúrgico tiene tan solo 0,2 mm (1/10 de un guante de electricista) para no perder el sentido del tacto y la confortabilidad de calzado. Por esta

razón ofrecen algo de protección pero nunca un 100 % contra quemaduras. Sin embargo, hay que mencionar otra vez que utilizando de forma correcta los aparatos de alta frecuencia en cirugía no se necesita ningún guante para protegerse contra la corriente. Su función es únicamente barrera higiénica. Además, el efecto aislante de la goma depende no solamente de su espesor,

sino también de sus características físicas. En intervenciones largas, el material de los guantes, por el sudor y los líquidos corporales reduce adicionalmente el aislamiento que la goma pueda tener.

Solamente guantes secos y recién calzados reducen la probabilidad de incidencias frente a descargas eléctricas de reflujo no deseadas. Por su propio interés, el cirujano debería cambiar regularmente sus guantes durante las intervenciones largas. Por otra parte resulta lógico que, una doble capa de latex (2 pares de guantes y aire entre las dos capas) constituye un paso más en la dirección de mayor protección frente a corrientes de alta frecuencia, como aquellas en que se detecta un eventual funcionamiento incorrecto del sistema o reflujo de corriente no deseada.

#### 6. Resumen

Básicamente se puede decir que si un aparato de alta frecuencia, de funcionamiento correcto, se utiliza de manera correcta, no se necesitarían guantes de latex, si no fuese por razones higiénicas para proteger mutuamente al equipo quirúrgico y al paciente. Un reflujo de la corriente eléctrica a través de la mano del Cirujano no es probable si la utilización es correcta y el generador de alta frecuencia funciona sin problemas. Se puede considerar que una importante parte de las incidencias son producidas por un funcionamiento incorrecto del aparato de alta frecuencia. Si hubiera durante el trabajo flujos de corriente 'erróneos' se recomienda ponerse dos pares de guantes secos y cambiarlos con frecuencia para minimizar la posibilidad de eventuales quemaduras puntuales hasta que se identifique el origen o las causas que lo han producido.

Pie de imprenta

Editor y director de publicaciones: Semperit Technische Produkte Ges.m.b.H. & Co KG, Editor: Sempermed, Modcenterstrasse 22, A-1031 Viena, Tel. +43-1-79 777-621, Fax: +43-1-79 777-630, E-Mail: sempermed@semperit.at, Redacción: Martina Büchele, Texto: Dr. Michael Höchtl, Peter Pöcksteiner.