



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROCEDIMIENTO DE INTEGRACIÓN DEL ELECTROBISTURÍ AL ENDOSCOPIO CON PROPÓSITOS TERAPÉUTICOS

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICO ELECTRONICO
ÁREA
INGENIERÍA BIOMÉDICA

PRESENTA:

ALEJANDRO MARTÍNEZ ALONSO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. DANIEL MARTÍNEZ GUTIÉRREZ



CD. UNIVERSITARIA, MÉXICO, 2012

Agradecimientos.

A mi Madre, la grandiosa Cirujano dentista que siempre ha estado a mi lado, que ha compartido alegrías y tristezas, pero sobre todo gracias porque siempre dejaste a un lado tus compromisos e hiciste lo imposible por hacerme feliz y ayudarme a conseguir muchos logros deportivos y estudiantiles. Aunque amores yo tenga en la vida, que me llenen de felicidad, como el tuyo jamás madre mía...como el tuyo no habre de encontrar. Muchas gracias Mama.

A mi Padre, la persona más responsable y honesta que he conocido, aquel Contador siempre orgulloso de ser de la UNAM, el cual agradezco todo el apoyo que me ha dado en la vida, sus consejos, sus regañones, pero sobre todo te agradezco papa por enseñarme a jamás dejarme vencer, por inculcarme tantos valores que hoy en día agradezco por qué han hecho de mi una persona de bien. Por ser un buen ejemplo de un estudiante-deportista. Profesor, Futbolista y Amigo, muchas gracias Papa.

A mi Hermano, la persona más importante de mi vida, “Los ojos detrás de mi espalda...la otra mitad de mi corazón”, ese maravilloso Auditor, que siempre me ha apoyado en cualquier circunstancia, mi ejemplo a seguir. Gracias por que siempre me dices las palabras correctas que me impulsan a seguir adelante, por tus consejos, tus regañones, por todos los momentos que me has dejado compartir a tu lado, por ser más que un hermano “mi mejor amigo”. Aquella persona con la cual pude compartir un balón en una cancha de futbol, orgullosamente Futbolistas de la UNAM, nuestra vida, nuestra pasión. Simplemente gracias por existir, Te quiero Carnal.

A mi Abuelita Juana, por quererme tanto, por considerarme su nieto consentido, porque siempre se ha preocupado porque me vaya bien en la vida, muchas gracias Abuelita.

A mi Abuelito Manuel, por ser mi mejor compañero en los proyectos de la facultad, por ayudarme y enseñarme tantas cosas que simplemente uno lo aprende trabajando, aquel hombre experto en el uso de la herramienta y que gracias a su imaginación siempre pudimos culminar muchos proyectos, muchas gracias Abuelito.

A mi familia en especial a todos mis primos y tíos, por siempre confiar en mí y considerarme un ejemplo a seguir. Especial dedicación a mis carnales: Fernando, Víctor, Eduardo (chilo), Andrés, Javier, Carlos (Profe) que siempre están al pie del cañón de mis logros y fracasos, a mis angelitos que se me adelantaron en el camino (Tío Víctor, Tía Chata y Andreita) “Donde quiera que estén...Gracias”.

A mi Ingeniería consentida Olivia Enríquez por convertirse en un gran apoyo en la carrera, por siempre ser una imagen y ejemplo a seguir, aquella amiga que me obligaba a faltar a entrenar por terminar en la biblioteca una serie de ejercicios, muchas gracias por todos los momentos que pudimos compartir juntos: Escolares, sociales, deportivos...Gracias.

A mi maravillosa y tan querida Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme desarrollarme como universitario y darme la oportunidad de concluir una licenciatura. A los representativos de Futbol Soccer y Futbol Rápido de la UNAM, por brindarme un espacio en sus equipos y permitirme vivir tantas alegrías como digno representante de esta máxima casa de estudios en competencias estatales, regionales y nacionales. Especial dedicación a mis Entrenadores: Juan Manuel Calderón, Juan Rodríguez, Jorge Rivera y Jesús Padilla, por todas sus enseñanzas y todos sus consejos dentro y fuera de la cancha de futbol.

Por último a la Facultad de Ingeniería, por permitirme desarrollarme como estudiante, deportista y entrenador de Futbol de los equipos representativos de la Facultad Varonil y Femenil. En especial al Lic. Miguel Figueroa por todo su apoyo escolar y deportivo.

A todos y cada uno de ustedes muchísimas gracias.

“Es un orgullo ser de la UNAM...pero es un don de dios ser de Ingeniería”

Alejandro Martínez Alonso.

Índice.

Introducción.

CAPITULO I MARCO TEORICO

1.- Aspectos Técnicos de la Electrocirugía

1.1.- Historia.....	2
1.2.- La Electrocirugía.....	3
1.3.- Principios Físicos y de Funcionamiento.....	5
1.3.1.- Funcionamiento del Electrobisturí.....	8
1.4.- Tipos de Electrocirugía.....	10
1.4.1.- Técnica Monopolar.....	10
1.4.2.- Técnica Bipolar.....	12
1.5.- Efectos quirúrgicos y la interacción entre la corriente eléctrica..... y el tejido biológico.	13
1.5.1.- Corte.....	14
1.5.2.- Coagulación.....	15
1.5.3.- Modalidad de Corrientes Mezcladas (Blend).....	15
1.5.4.- Efectos en el Tejido Biológico.....	16
1.6.- Ventajas y desventajas en el uso del electrobisturí.....	21
1.7.- Simbología.....	24

2.- Aspectos técnicos de la Endoscopia

2.1.- Endoscopia.....	25
2.2.- Endoscopio.....	28
2.2.1.- Endoscopio Rígido.....	29
2.2.2.- Fibroscopio.....	30
2.2.3.- Endoscopio Flexible.....	30
2.3.- Principios de Funcionamiento del Endoscopio.....	31
2.3.1.- Dispositivo Óptico.....	32

2.3.2.- Dispositivo de Iluminación.....	32
2.3.3.- Transmisión de la señal.....	33
2.4.- Estructura del Endoscopio.....	34
2.4.1.- Sección de Mandos.....	34
2.4.2.- Tubo de inserción.....	36
2.4.3.- Tubo del conector electrónico.....	37
2.5.- Beneficios de la Endoscopia.....	40

3.- Normatividad

3.1.- Seguridad Eléctrica Hospitalaria.....	41
3.2.- Normalización en México.....	49
3.3.- Adquisición de Equipo Médico en México.....	52
3.3.1.- Sector Salud Privado.....	52
3.3.2.- Sector Salud Gobierno.....	52

CAPITULO II PROPUESTA DE PRODECIMIENTO DE INTEGRACION DEL ELECTROBISTURI AL ENDOSCOPIO.

4.- Antecedentes.

4.1.- Aspectos técnicos.....	54
4.2.- Endoscopia Terapéutica.....	57
4.3.- Integración de los Equipos.....	62
4.3.1.- Protocolo de Integración.....	66
4.4.- Mantenimiento del Equipo Medico.....	71
4.4.1.- Mantenimiento de la Unidad de Electrocirugía.....	71
4.4.2.- Mantenimiento de la Unidad de Endoscopia.....	75

CAPITULO III EVALUACION: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE INTEGRACION DEL ELETROBISTURI AL ENDOSCOPIO.

5.- Introducción.

5.1.- Aplicaciones del Electrobisturí en la Endoscopia Terapéutica.....	85
5.2.- Polipectomía.....	85
5.2.1.- Requerimientos y Complicaciones.....	87
5.2.2.- Extracción de cuerpos extraños.....	88
5.3.- Técnicas Hemostáticas.....	89
5.3.1.- Tratamiento de hemorroides.....	92
5.3.2.- Broncoscopía Terapéutica.....	94
5.4.- Resultados.....	96

CONCLUSIONES.

GLOSARIO.

BIBLIOGRAFIA.

-TEXTOS ELECTRONICOS.

-PAGINAS WEB.

-INDICE DE IMÁGENES.

ANEXO

-NOM-001-SEDE-2005

-NOM-197-SSA1-2000

PROCEDIMIENTO DE INTEGRACION DEL ELECTROBISTURI AL ENDOSCOPIO CON PROPOSITOS TERAPEUTICOS.

OBJETIVO GENERAL.

Describir la metodología que permita integrar el electrobisturí al endoscopio atendiendo a los requerimientos técnicos de ambos equipos, según se describa en la normatividad y directivas relacionadas, con el propósito de ser empleado con fines terapéuticos.

INTRODUCCION.

El uso del electro bisturí en una cirugía presenta varias consideraciones pero también ventajas importantes que no se obtienen al usar un aparato quirúrgico tradicional. Este elemento ha ayudado a simplificar drásticamente la labor de cirugía con mejores resultados que al usar un tradicional bisturí aunque con varias consideraciones importantes.

Representa una herramienta ideal en cirugías muy delicadas en las cuales resulta de vital importancia la higiene, detener el sangrado o realizar un corte preciso. El efecto electro quirúrgico se logra gracias a que se establece un circuito eléctrico a través del cuerpo paciente.

La electrocirugía es la intervención quirúrgica en la cual se emplea una corriente eléctrica de radiofrecuencia para cortar tejido o lograr hemostasis. La frecuencia utilizada debe ser mayor a 100 [kHz], ya que disminuye los efectos sobre músculos y nervios, y además se evita que se presente el efecto de emisión en los cables, lo que podría dar lugar a pérdidas de corriente a tierra. Algunos equipos comerciales, emplean una frecuencia de 500 [kHz], logrando con ello cubrir los dos aspectos descritos.

La endoscopia es una técnica diagnóstica o terapéutica utilizada en la medicina, que consiste en la introducción de una cámara o lente dentro de un tubo o endoscopio a través de un orificio natural, una incisión quirúrgica, una lesión para la visualización de un órgano hueco o cavidad corporal.

El término propiamente se emplea para señalar el estudio que se realiza al tubo digestivo con ayuda de un tubo flexible y generalmente es de cualquiera de estos dos tipos: endoscopio de fibra óptica o video endoscopio.

El electro bisturí es considerado de gran utilidad para procedimientos relacionados con la endoscopia terapéutica, ya que puede emplearse como instrumento de corte o de coagulación de tejido con el objeto de curar lesiones de forma definitiva o bien para mejorar la calidad de vida y el pronóstico del paciente. Su utilidad en la endoscopia es amplia, ya que se pueden realizar acciones que requieren de una intervención quirúrgica.

Los avances tecnológicos de este instrumento han logrado disminuir los riesgos, las molestias y el tiempo de permanencia del paciente en el hospital. Entre los procedimientos más comunes que pueden realizarse con el electro bisturí encontramos:

- **Polipectomía:** Mediante esta técnica se pueden extirpar, casi siempre de forma definitiva, pólipos benignos y algunos malignos del intestino grueso, estómago, esófago y algunos tramos del intestino delgado.
 - **Técnicas hemostáticas:** Sirven para cohibir hemorragias del tubo digestivo, inyectando sustancias, electro coagulando o colocando dispositivos especiales que cierran el punto de sangrado.
 - **Extracción de cuerpos extraños:** Se pueden extraer cuerpos extraños ingeridos por el paciente y que si se dejaran serían peligrosos.
 - **Tratamiento de hemorroides:** Algunas hemorroides pueden tratarse inyectando sustancias que las trombosen o bien cerrándolas mediante la colocación de unos anillos de goma.
 - **CPRE (colangiopancreatografía retrograda endoscópica):** Con esta técnica más especializada de endoscopia terapéutica se pueden extraer piedras de la vía biliar y del páncreas, colocar prótesis (a modo de tubos cilíndricos) o dilatar zonas obstruidas del conducto biliar o conducto pancreático y drenar pseudoquistes del páncreas.
 - **Obstrucciones:** En casos de obstrucción tanto benigna como maligna del esófago, estómago, duodeno y colon se puede, según el caso, dilatar, colocar prótesis o tunelizar la lesión para abrir paso.
-

- Ecoendoscopia terapéutica: Permite la infiltración de los nervios que conducen el dolor producido por algunas enfermedades del páncreas, logrando quitarlo por completo o disminuir la dosis de analgésicos que necesita el paciente para controlarlo. También es útil para guiar el drenaje de pseudoquistes pancreáticos. En el futuro se podrán tratar directamente algunos cánceres digestivos con fines curativos.

Actualmente, en materia de equipamientos médico, de rehabilitación o de estética, se debe asegurar al paciente y profesional la máxima seguridad de uso y eficacia terapéutica. Para ello existen diversas instituciones que, a nivel internacional, controlan y fiscalizan las diversas características de los mencionados equipos; a través de directivas denominadas genéricamente Normas.

El cumplimiento de este conjunto de normas es fundamental e imprescindible, pues ello asegura al usuario que su equipo no va a producir efectos o daños no previstos en su paciente, mientras que el efecto benéfico deseado es obtenido con rapidez y eficacia.

Al aplicar la normatividad correspondiente, se pretende establecer un procedimiento seguro para la integración del electrobisturí y el endoscopio que cumpla con las expectativas terapéuticas descritas anteriormente.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO



1.- ASPECTOS TECNICOS DE LA ELECTROCIRUGIA.

1.1 HISTORIA.

La electricidad en sus diferentes modos de entrega, ha sido de gran importancia en el campo de la medicina. A Cushing y Bovie se les acredita la introducción de la electricidad a las salas de cirugía, sin embargo hay otros cuyo trabajo debe ser acreditado. En 1910, Clark reportó el uso de corriente de alta frecuencia, y fue el primero que usó el término de desecación. Edwin Beer es otro de los investigadores en el reino de la electrocirugía, y aplicó el uso de fulguración para la destrucción de tumores. Por los años de 1960, la mayoría de las salas de operaciones poseían las "máquinas Bovie" y la electricidad de radiofrecuencia llega a ser la modalidad de energía estándar para cirugía.

Los generadores electro quirúrgicos permanecieron sin cambio a partir del diseño de Bovie (generador de chispa para coagulación y el generador de tubo de vacío para fulguración) hasta que se introdujeron los generadores de estado sólido en 1970.

En 1970 hubo un gran estímulo en el uso de la electrocirugía por la aceptación generalizada de la esterilización laparoscópica de las trompas de Falopio por "electrocoagulación"

Al inicio de 1970, muy pocos programas de residencia o cursos de postgrado incluían la física de la electricidad como parte integral del curriculum, los cirujanos fueron relativamente ignorantes de los daños potenciales inherentes de la endoscopia electro quirúrgica.

A la mitad de los años de 1970 comenzaron a reportarse lesiones y muertes como consecuencia del uso de la energía eléctrica. La sociedad Americana de Médicos Endoscopistas se pronuncia en contra del uso de la corriente unipolar. Simultáneamente, aparece el láser en los quirófanos, y rápidamente se diseminaron reportes no sustentados de la superioridad del láser sobre la electricidad.

Por los años de 1980 la electricidad como energía de aplicación en cirugía cayó en desgracia. El uso del láser fue elogiado por los mismos medios que publicaron casos de mala práctica provenientes de complicaciones electro quirúrgico. Los pacientes aparecieron en las oficinas de los ginecólogos demandando los poderes curativos del láser.

Estableciéndose a lo largo del país "centros láser", los cuales exigían a cualquier cirujano que buscaba acreditarse como experto en uso del láser un profundo conocimiento de la física de éste, cosa que no sucedió para el uso de la corriente eléctrica.

1.2 LA ELECTROCIRUGIA.

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 electro cauterización, 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 electro cauterización 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 electro quirúrgico 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. Esta 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.

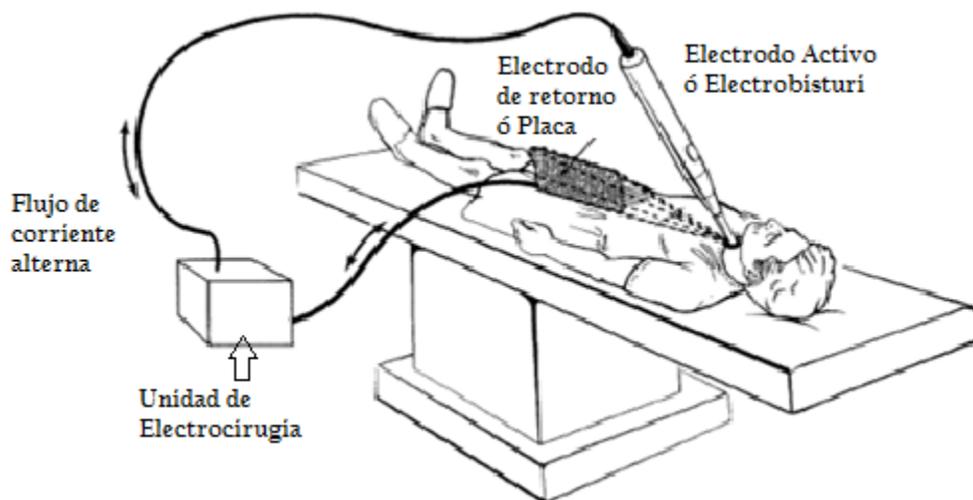


Figura 1. Unidad de Electrocirugía.

Fuente: Electrocirugía. Nathalia Londoño Jaramillo, Natalia Sánchez Aldana, Juliana Velásquez Gómez, Juliana Villa Bedoya. Curso de Bioinstrumentación II, EIA-CES, 2006. Archivo PDF. 18p.

La frecuencia de estos dispositivos varía entre los 300 kHz y los 3.3 MHz (Figura 2), en comparación con los 60Hz de frecuencia que posee la electricidad normal con la que funcionan los aparatos eléctricos.

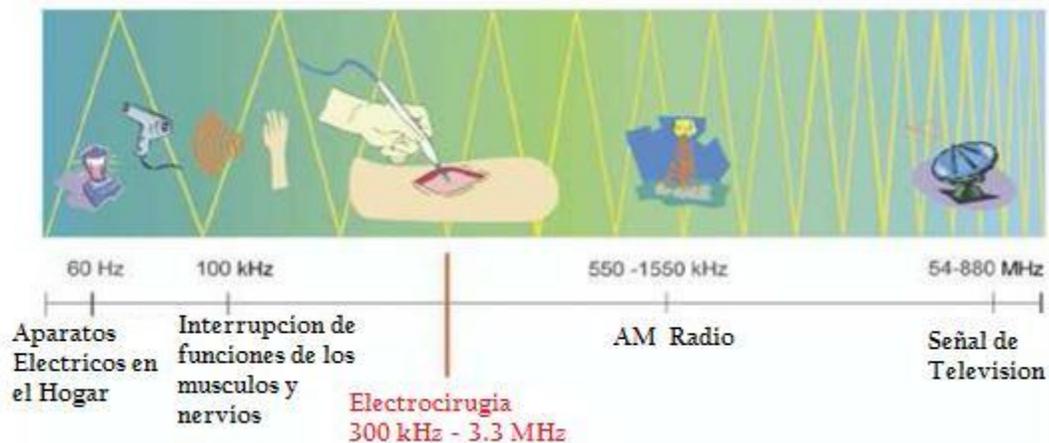


Figura 2. Rango de Frecuencias de la Electrocirugía.

Fuente: Electrocirugía. Nathalia Londoño Jaramillo, Natalia Sánchez Aldana, Juliana Velásquez Gómez, Juliana Villa Bedoya. Curso de Bioinstrumentación II, EIA-CES, 2006. Archivo PDF. 18p

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 cerrar lesiones localizadas en el tejido de acuerdo con las necesidades médicas sin crear un shock eléctrico.

1.3 PRINCIPIOS FISICOS Y DE FUNCIONAMIENTO.

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 óhmico 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.

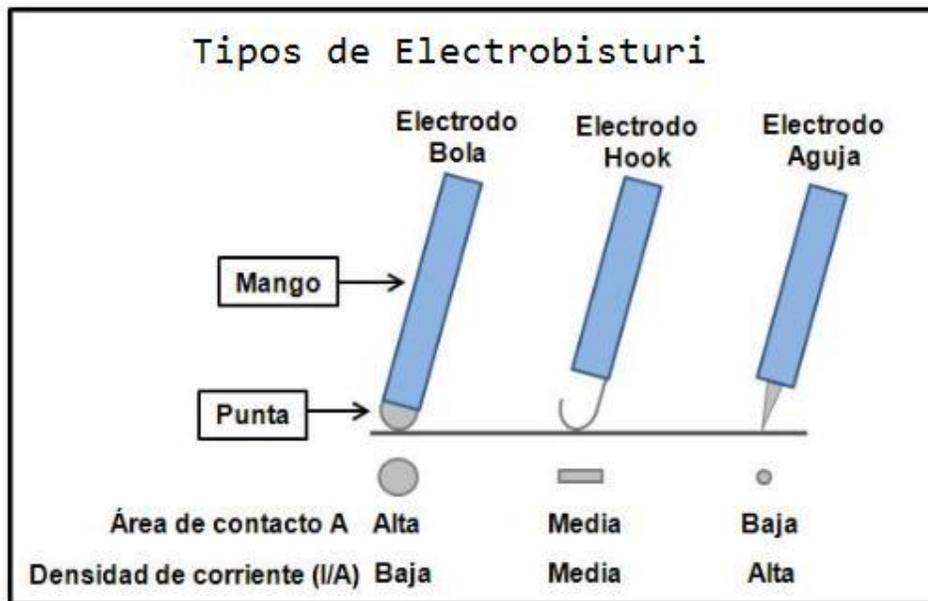


Figura 3. Tipos de electrobisturí.

Fuente: *Electrocirugía y Electrobisturí: Conceptos Básicos*, Autor: Portal Biomédico
<http://portalbiomedico.com/equipamiento-biomedico/electrobisturí/electrocirugia-y-electrobisturí-conceptos-basicos.html>

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

ρ : es la resistividad del tejido en Ohms- Metros

V: es el volumen de tejido en m^2

I: es la densidad de corriente en A/m^2

****Expresión matemática tomada de la fuente: Electrocirugía. Nathalia Londoño Jaramillo, Natalia Sánchez Aldana, Juliana Velásquez Gómez, Juliana Villa Bedoya. Curso de Bioinstrumentación II, EIA-CES, 2006. Archivo PDF. 18p****

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 y vuelve al instrumento quirúrgico como se verá más 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^2

t: es el tiempo (en segundos) de aplicación de la corriente.

D: es la densidad del tejido (kg/m^3).

C: es la capacidad calorífica específica del tejido ($kcal/kg/^\circ C$)

ρ : es la resistividad del tejido

****Expresión matemática tomada de la fuente: Electrocirugía. Nathalia Londoño Jaramillo, Natalia Sánchez Aldana, Juliana Velásquez Gómez, Juliana Villa Bedoya. Curso de Bioinstrumentación II, EIA-CES, 2006. Archivo PDF. 18p****

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

1.3.1 Funcionamiento del Electrobisturí.

Está integrada por un tubo de vacío que genera oscilaciones de radiofrecuencia, estas son transportadas a través de un transformador, elemento que nos permitirá aumentar o disminuir el voltaje en un circuito eléctrico de corriente alterna sin variar la frecuencia, que consta de un polo que no se encuentra aterrizado. Los aditamentos se conectan a la salida del transformador para producir un voltaje aislado y de esta manera en contacto con tejidos biológicos, permite el corte o la coagulación.

Cuenta con una perilla que permite seleccionar el tipo de voltaje según busquemos obtener corte o coagulación. Está formado por la integración de transistores, diodos y rectificadores dentro de un circuito eléctrico.

El transistor es un dispositivo eléctrico semiconductor el cual dentro del equipo electroquirúrgico puede cumplir varias funciones como la de amplificador (aumentar la señal), oscilador (convierte corriente continua en periódica), conmutador o switch y rectificador (convierte corriente alterna en continua). De manera simplificada la corriente que circula por el colector es función amplificada de la que se inyecta en el emisor por lo tanto el transistor solo gradúa la corriente que circula a través de sí mismo.

Los diodos son dispositivos que permitirán el paso de la corriente eléctrica en una única dirección. De forma simplificada el funcionamiento de un diodo puede estar interpretado por una curva que nos representa el nivel de diferencia de potencial, donde por debajo de cierta diferencia de potencias, se comporta como un circuito abierto y por encima de ella se comporta como un circuito cerrado con muy pequeña resistencia eléctrica y por lo tanto paso de electricidad. Debido a este comportamiento se les suele denominar rectificadores ya que son dispositivos capaces de convertir una corriente alterna en corriente continua.

Posee un circuito de modulación de pulsos conectada al ingreso del tubo de vacío oscilador que controla la frecuencia de oscilaciones. Un interruptor permite interconectar el control de intensidad a la fuente de poder cuando se desea utilizar la sonda para cortes de tejido y permite cambiar a la unidad de modulación de pulsos del oscilador cuando desea obtener una señal eléctrica que permita el efecto de coagulación en la sonda utilizada.

Una placa o electrodo de dispersión es utilizada junto con el dispositivo de mano o sonda de corte para procedimientos de este tipo. La placa está completamente sellada de cualquier contacto a tierra física para prevenir el choque eléctrico o quemaduras en puntos donde la piel del paciente pueda hacer contacto a tierra de manera invertida.

Al intercalar estos elementos dentro de un circuito eléctrico, puede obtenerse el tipo de energía necesario para lograr los efectos de la electrocirugía.

En la actualidad la unidad de electrocirugía debe contener las siguientes características:

- Frecuencia superior a los 300 [kHz]
- Potencia de por lo menos 120 [Watts]
- Salidas de corte, coagulación y mezcla.
- Conexiones monopolar y bipolar.
- Regulación automática de potencia.
- Sistema de protección para el paciente.

1.4 TIPOS DE ELECTROCIRUGIA.

Existen 2 tipos de electrocirugía que se distinguen por el camino que toma la corriente eléctrica: la técnica monopolar y la técnica bipolar.

1.4.1 Técnica Monopolar.

La corriente de radiofrecuencia fluye del generador a través del electrodo activo hacia el tejido, a través del paciente y después a un electrodo de retorno 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.

En la punta del instrumento, en 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.

De esto 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.

En la Figura 4 se muestra el modo de conexión del electrodo activo (Electrobisturí), el electrodo de retorno (Placa) y la trayectoria del flujo de corriente.

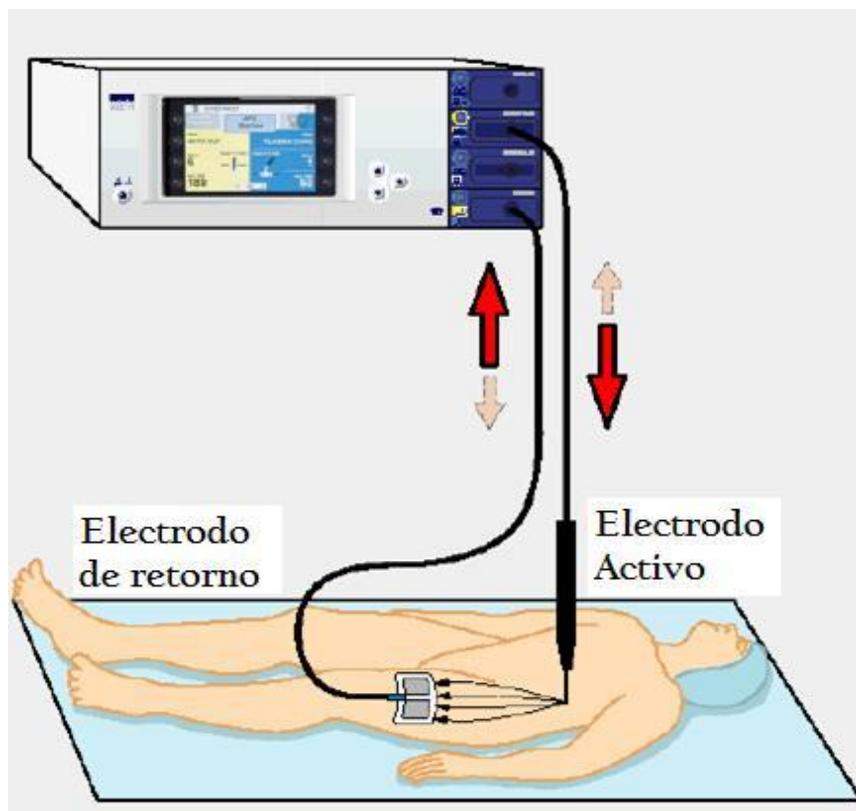


Figura 4. Técnica Monopolar.

Fuente: Principios básicos de electrocirugía y nuevas energías en cirugía laparoscópica. A. Pessarrodona, J. Cassado. Hospital Mutua de Terrassa. www.erbe-med.com Archivo PDF. 91p

1.4.2 Técnica 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.

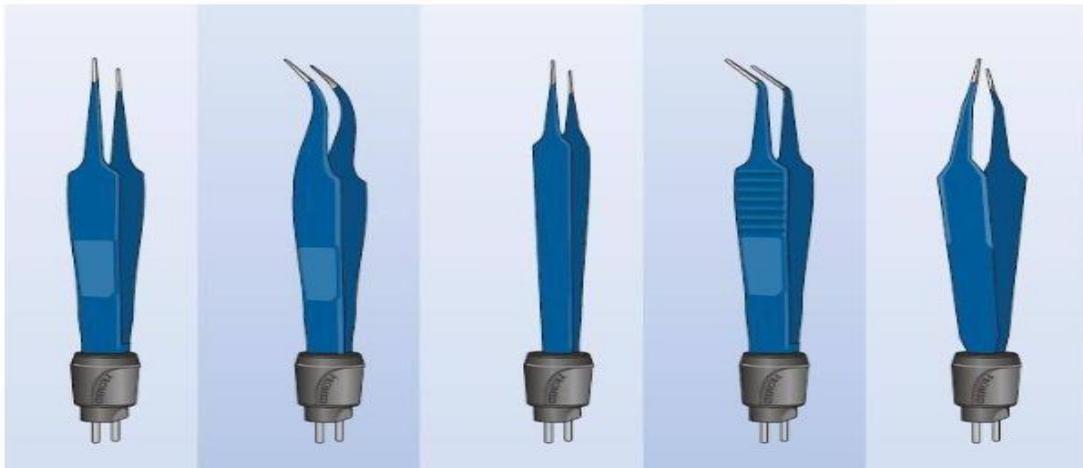


Figura 5. Mangos para Electrocirugía bipolar.

*Fuente: Electrocirugía y Electrobisturí: Conceptos Básicos, Autor: Portal Biomédico
<http://portalbiomedico.com/equipamiento-biomedico/electrobisturi/electrocirugia-y-electrobisturi-conceptos-basicos.html>*

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. En la Figura 6 se muestra el modo de conexión y el flujo de corriente para esta técnica.

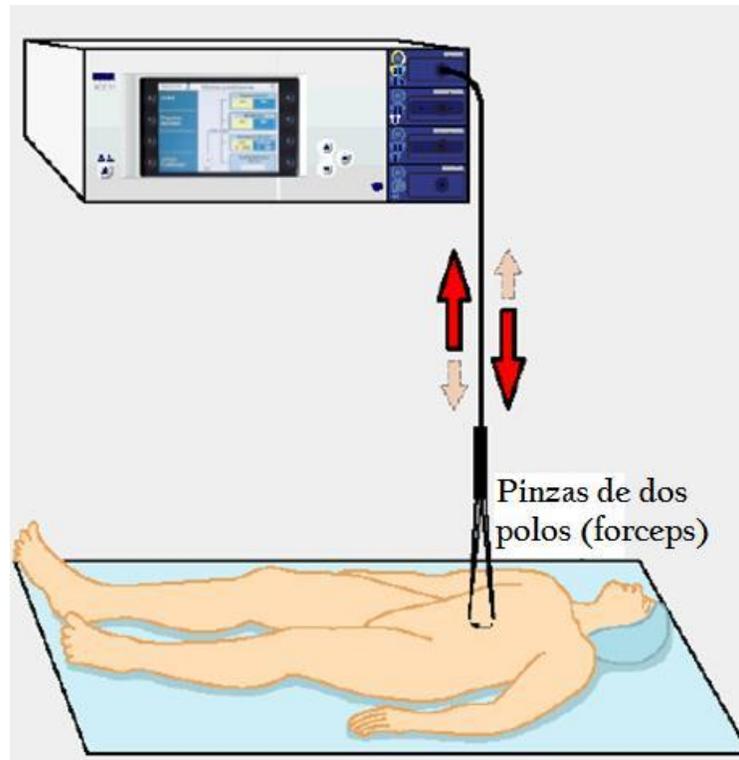


Figura 6. Técnica Bipolar.

Fuente: Principios básicos de electrocirugía y nuevas energías en cirugía laparoscópica. A. Pessarrodona, J. Cassado. Hospital Mutua de Terrassa. www.erbe-med.com Archivo PDF. 91p

1.5 EFECTOS QUIRURGICOS Y LA INTERACCION ENTRE LA CORRIENTE ELECTRICA Y EL TEJIDO BIOLOGICO.

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.

1.5.1 Corte.

La corriente que se aplica en el modo de corte es una onda sinusoidal continua. Debido a que el generador entrega una corriente en forma continua no se requieren de altos voltajes para producir el corte por que la producción de calor es constante.

La consecuencia de la rápida elevación de la temperatura del tejido en un tiempo corto es, la expansión de los líquidos intracelulares y por lo tanto la explosión o vaporización celular, produciendo la rotura de la celular y el corte del tejido. En la figura 7 se observa un resumen del modo del corte.



Figura 7. Modalidad de Corte.

*Fuente: Electrocirugía y Electrobisturí: Conceptos Básicos, Autor: Portal Biomédico
<http://portalbiomedico.com/equipamiento-biomedico/electrobisturi/electrocirugia-y-electrobisturi-conceptos-basicos.html>*

1.5.2 Coagulación

La corriente eléctrica que produce la coagulación es una onda interrumpida con un ciclo de trabajo (duty cycle) del 6%, es decir, que el 6% del tiempo se encuentra activa y el 94% apagada. Los picos de voltaje son altos y varían entre los 9000 y 12000 voltios pico a pico. El calor es producido en el tejido en los picos de la onda y el mismo se enfría entre los picos produciendo la coagulación durante el 94% del tiempo.

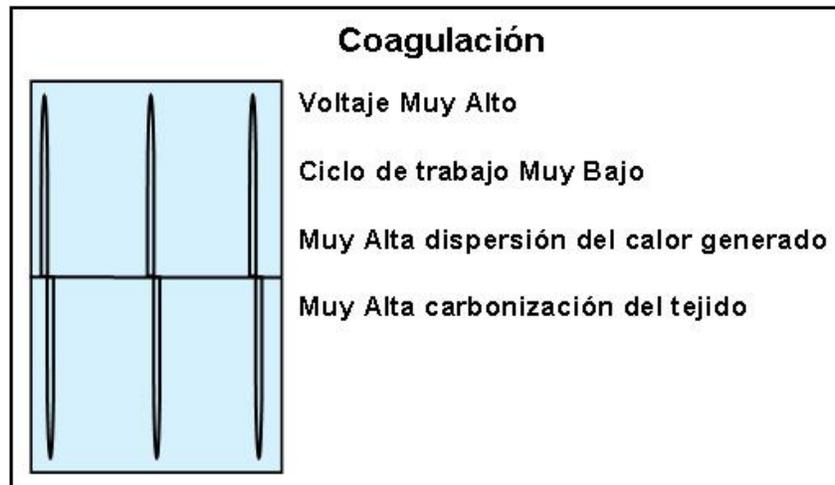


Figura 8. Modalidad Coagulación.

*Fuente: Electrocirugía y Electrobisturí: Conceptos Básicos, Autor: Portal Biomédico
<http://portalbiomedico.com/equipamiento-biomedico/electrobisturi/electrocirugia-y-electrobisturi-conceptos-basicos.html>*

1.5.3 Modalidad de Corrientes Mezcladas (Blend).

El objetivo del modo mezcla es poder agregar al corte un porcentaje de coagulación. Estos modos se conocen como mezcla o en inglés "blend". Para lograr esto el electrobisturí modifica la amplitud y el ciclo de trabajo de la onda para producir diferentes grados de corte y coagulación. Los modos típicos de mezcla son:

- Modo Mezcla 1: Ciclo de Trabajo 50% (50% Prendido / 50% Apagado).
- Modo Mezcla 2: Ciclo de Trabajo 40% (40% Prendido / 60% Apagado).
- Modo Mezcla 3: Ciclo de Trabajo (25% Prendido / 75% Apagado).

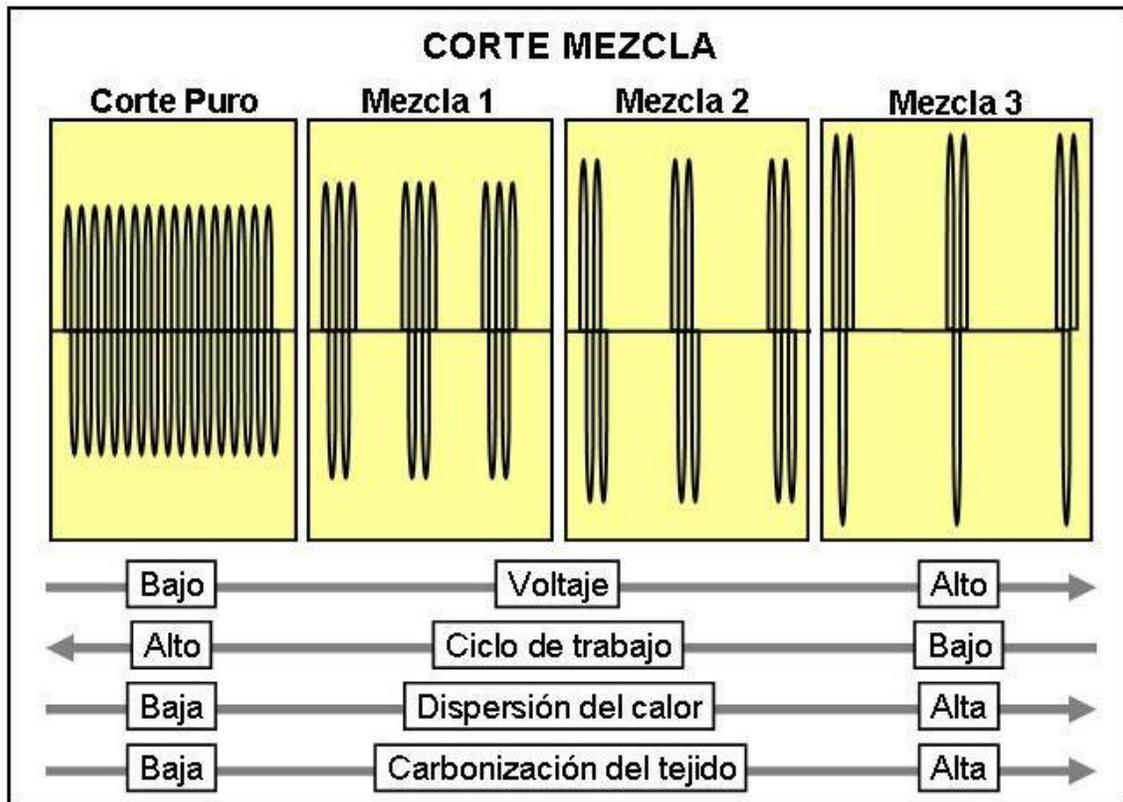


Figura 9. Mezcla de corrientes.

Fuente: *Electrocirugía y Electrobisturí: Conceptos Básicos*, Autor: Portal Biomédico
<http://portalbiomedico.com/equipamiento-biomedico/electrobisturi/electrocirugia-y-electrobisturi-conceptos-basicos.html>

1.5.4 Efectos en el Tejido Biológico.

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 electro bisturí. 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.

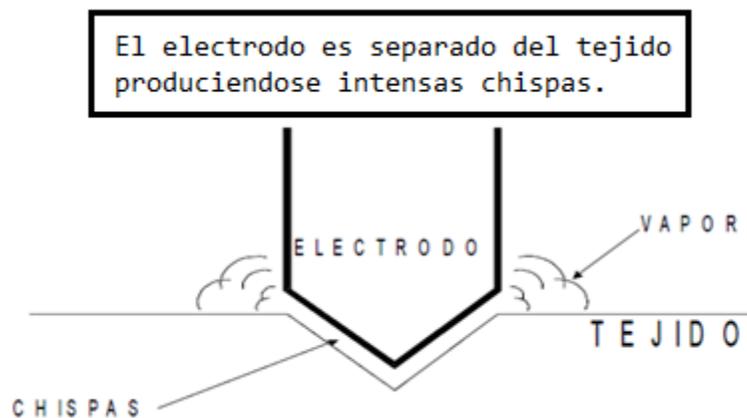


Figura 10. Corte Electroquirúrgico.

Fuente: CEC Electromedicina y Electroestetica. Electrobisturí LAP 250. Manual de operación.

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.

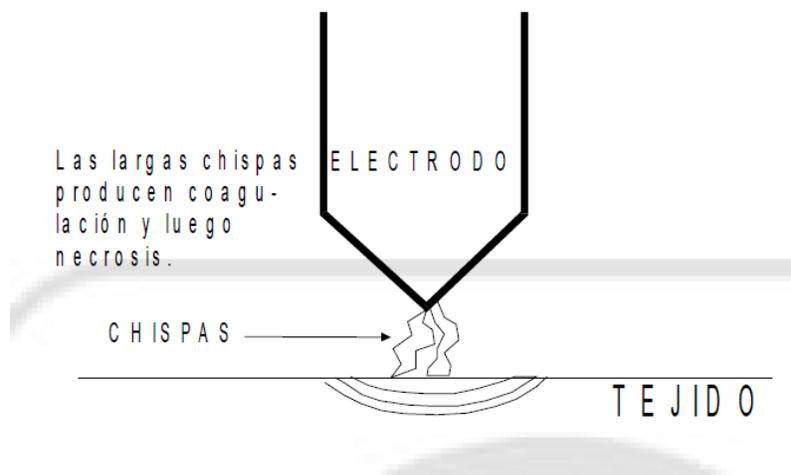


Figura 11. Fulguración Electroquirúrgica.

Fuente: CEC Electromedicina y Electroestetica. Electrobisturí LAP 250. Manual de operación.

Dsecación: 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 dsecaciones 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:

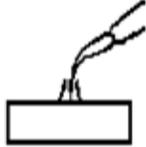
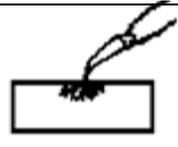
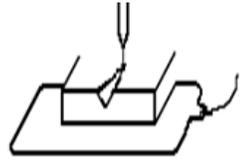
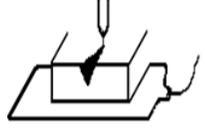
Técnica	Forma de onda	Mecanismo	Ejemplo
Electro fulguración	Onda senoidal amortiguada	Sin contacto con el tejido. Arcos de chispas del electrodo al tejido	
Electro desecación	Onda senoidal amortiguada	Contacto con el tejido, produce deshidratación por calor	
Electrocoagulación	Moderadamente amortiguada	Usualmente con electrodo de dispersión o pinzas bipolares	
Electro sección, corte puro	Onda senoidal pura	Corte del tejido sin coagulación o hemostasis	
Electro sección, mezcla	Onda senoidal modulada (Mezclada)	Corte del tejido con coagulación	

Tabla 1. Técnicas de Electrocirugía.

Electrocirugía. Nathalia Londoño Jaramillo, Natalia Sánchez Aldana, Juliana Velásquez Gómez, Juliana Villa Bedoya. Curso de Bioinstrumentación II, EIA-CES, 2006. Archivo PDF. 18p

Efecto Farádico.

Este efecto sucede cuando la corriente que fluye puede estimular las terminaciones nerviosas produciendo contracción muscular y dolor generalmente causado por bajas frecuencias en la corriente eléctrica. 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 aproximadamente 100 Hz, disminuyendo si la frecuencia va aumentando y pierde paulatinamente su efecto nocivo.

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 causan daño al tejido.

Efecto Térmico.

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

- La resistencia específica del tejido.
- La intensidad de la corriente.
- El tiempo de acción de la energía eléctrica.

Cuanta más intensidad tiene la corriente, mayor es el aumento de temperatura y por tanto el efecto térmico es mayor.

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 o cerrar en alguna cavidad. Sin embargo, en la superficie grande del electrodo neutral, la intensidad de corriente y la temperatura son tan bajas que no tienen ningún efecto.

1.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL USO DEL ELECTROBISTURI.

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 gasas 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.

Desventajas.

En general, las complicaciones en 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 hemoglobina 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, se ha observado una gran cantidad de contraindicaciones en el momento de realizar un procedimiento mediante electrocirugía.

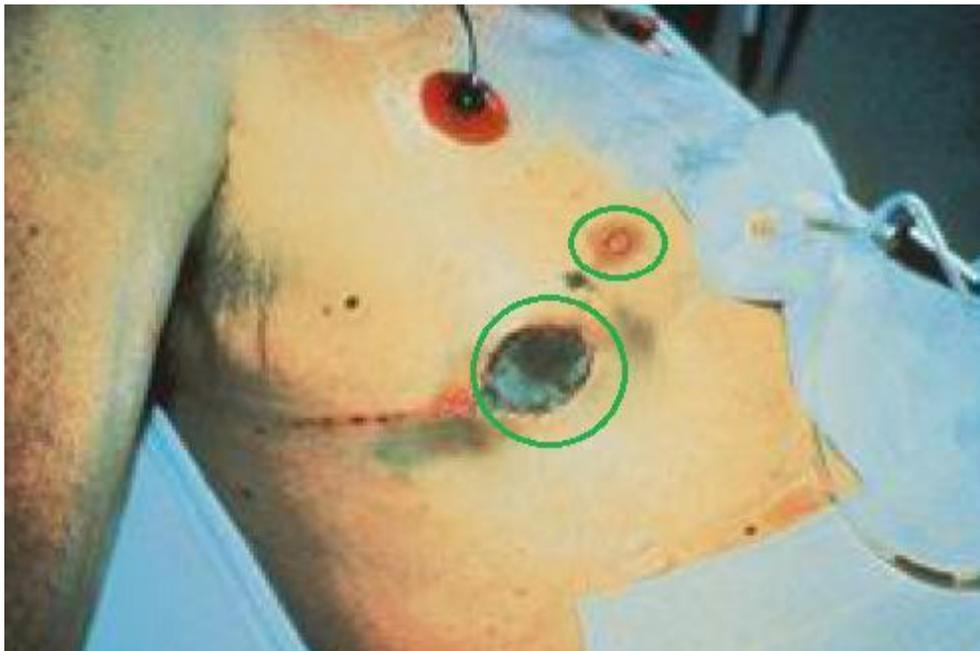
Si se utiliza el dispositivo de electrocirugía para realizar la cauterización de vasos, el único inconveniente que se presenta es el calentamiento del dispositivo por aplicación directa sobre este. Sin embargo, la electrocirugía produce fuerzas electromagnéticas que pueden interferir con el funcionamiento 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 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 con lleva a un aumento de la temperatura en el tejido en contacto directo con el centro del electrodo.

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 típica 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.



*Figura 12. Quemadura en Procedimiento Electroquirúrgico.
Fuente: [http:// www.google.com.mx](http://www.google.com.mx) Imágenes Quemaduras quirúrgicas.*

1.7 SIMBOLOGIA.

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	Salida aislada flotante de tierra. Clasificación del tipo de Equipo: Tipo CF se trata de un aparato con parte aplicada (electrodos) aislada, apto para aplicación cardiaca directa y protegido contra desfibrilador.
	Peligro potencial para paciente u operador.
	Símbolo convencional para indicar Corte Puro CUT
	Símbolo convencional para indicar Coagulación Normal COAG
	Símbolo convencional para indicar Coagulación tipo Spray
	Símbolo que indica el modo operación del equipo es Bipolar BIP
	Símbolo de la alarma que indica el tipo de modo de operación.
	Símbolo indicador de la conexión del cable del pedal.
	Indicación que el electrodo de referencia está siendo usado

*Tabla 2. Simbología de la Unidad de Electrocirugía.
Fuente: <http://es.scribd.com/doc/20132835/TALLER-Electrobisturi>*

2.- ASPECTOS TECNICOS DE LA ENDOSCOPIA.

2.1 ENDOSCOPIA.

La endoscopia es una técnica médico-quirúrgica empleada para el diagnóstico como un sistema de exploración y para el tratamiento, como ayuda de visualización y manipulación en la cirugía de mínima invasión.

Para llegar al interior del organismo, puede utilizar las cavidades naturales del cuerpo o entrar por una incisión pequeña, en cuyo caso requeriría que la maniobra se realice en el área de quirófanos, en lugar del gabinete auxiliar.

Es conveniente la comunicación adecuada con los pacientes, sobre todo cuando el especialista que llevara a cabo el estudio no es el médico tratante. Se deben destacar los beneficios del procedimiento y las implicaciones del mismo.

Para realizar un estudio endoscópico es indispensable probar cada función del endoscopio: aspiración, insuflación de aire, irrigación de agua, comprobar controles y la iluminación sea correcta.

En el sistema de video endoscopia deben ser grabados los datos del paciente, a si como revisar funciones electrónicas y calidad de la imagen, para sistemas de fibroendoscopia se deberá revisar que las funciones de la fuente de luz como son encendido de la lámpara, insuflación de aire y niveles de iluminación sean los adecuados para realizar un procedimiento.

Además deben incluirse accesorios como pinza de biopsia, cepillos para citología, recipientes para especímenes de patología, sustancias para tinción, del mismo modo que contar con implementos de protección del médico como guantes, bata y lentes, todo el equipo deberá estar al alcance de la mano del endoscopista.

Es necesario la vigilancia de signos vitales y la oximetría de pulso, antes y durante la administración de medicamentos. Si existen cambios importantes en registros de frecuencia cardiaca, presión arterial o en casos de signos o síntomas respiratorios o cardiacos, deberá suspenderse la endoscopia.

El estudio de endoscopia se divide a grandes rasgos en cuatro grupos:

1. Esofagogastroduodenoscopia o endoscopia alta: Consiste en la revisión instrumental visual completa del esófago, estomago y las primeras dos porciones del duodeno y es el procedimiento del tubo digestivo que se realiza con mayor frecuencia mediante equipos especializados de endoscopia.

Por boca hasta duodeno: Es endoscopia digestiva alta o panendoscopia oral diagnóstica, que visualiza:

El esófago: esofagoscopia.

El estómago: gastroscopia.

El duodeno: duodenoscopia.

2. Colonoscopia o endoscopia baja: Es un procedimiento que mediante la utilización de un equipo electrónico, permite la revisión completa del colon desde el ámpula rectal hasta el ciego, logrando inclusive examinar la porción final del íleon con fines y posibilidades para establecer diagnósticos o bien realizar acciones terapéuticas, mediante la utilización de accesorios especializados.

Puede realizarse al paciente sin ser internado, aun cuando puede practicarse con sedación simple, es preferible contar con sedación intravenosa asistida por anestesiólogo.

Por ano hasta ciego: Es una endoscopia digestiva baja, que visualiza:

Recto: Rectoscopia.

Colon sigmoides: Sigmoidoscopia.

3. Enteroscopia: Consiste en la revisión completa del tubo digestivo logrando explorar la llamada “última frontera del aparato digestivo” o el intestino delgado debido a que se encuentra casi inalcanzable, lejos de las puertas de acceso: la boca y el ano.
4. Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica o CPRE: Estudia las vías biliares y pancreáticas y se utiliza para extraer los cálculos biliares.

En general los procedimientos antes mencionados son los más comunes y de gran relevancia para la visualización de todo el aparato digestivo. Sin embargo también existen otros procedimientos en los cuales se pueden observar diferentes órganos del cuerpo mediante endoscopios rígidos o flexibles según sea el caso. Entre los más comunes se encuentran:

Laparoscopia: Técnica utilizada principalmente para la visualización de la cavidad abdominal en cirugías mínimamente invasivas.

Cistoscopia: Por meato uretral hasta vejiga urinaria. A través de los orificios uretrales accediendo a uréteres, pelvis renal y cálices renales, se denomina ureterorenoscopia.

Por vestíbulo nasal: Una endoscopia otorrinolaringológica o panendoscopia ORL que consiste en la visualización de fosas nasales, cavum, faringe y sobre todo laringe (laringoscopia directa).

Broncoscopia: En la que se visualizan los bronquios.

Para visualizar las cavidades de los órganos reproductores femeninos:

Colposcopia: Visualización de la vagina.

Histeroscopia: Visualización del útero.

Mediante pequeñas incisiones quirúrgicas, la endoscopia puede ser:

Mediastinoscopia: Es la visualización del mediastino.

Toracoscopia: Es la visualización de la cavidad torácica o pleural.

Artroscopia: Es la visualización de una cavidad articular, generalmente de las rodillas.

Durante el embarazo, la visualización del feto se llama fetoscopia.



Figura 17. Procedimiento Endoscópico
Fuente: Imágenes Endoscópicas.

2.2 ENDOSCOPIO.

El endoscopio es un instrumento medico en forma de tubo el cual puede ser rígido o flexible, diseñado para ser insertado en una cavidad oscura y permitir al usuario observar el interior de la misma. Para dicho propósito, el endoscopio debe incluir un dispositivo que permita iluminar la cavidad y un dispositivo óptico que provea al usuario una imagen de lo que se pretende observar.

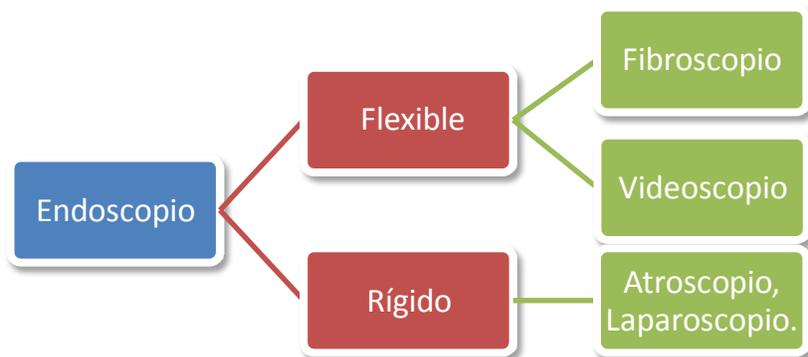


Figura 18. Tipos de endoscopios.
Fuente: www.gastroenlared.com

2.2.1 Endoscopio Rígido.

Son pequeños tubulares que permiten al operador observar el interior de las articulaciones y las cavidades del cuerpo y llevar a cabo procedimientos quirúrgicos con instrumentos endoscópicos especiales. Se utilizan en combinación con un sistema de cámaras, de modo que el cirujano puede ver una imagen ampliada en gran medida los tejidos y órganos en un monitor normalmente de grado médico.

Endoscopios rígidos son utilizados para la cirugía de las articulaciones (artroscopia), cirugía abdominal (laparoscopia) y cirugía torácica (toracoscopia), así como para buscar en la vejiga (cistoscopia) y la nariz (rinoscopia).

Los instrumentos quirúrgicos como pinzas de biopsia se pueden insertar a través de un canal en la vaina del endoscopio, o en una cirugía más compleja, a través de pequeñas incisiones adicionales o "puertos". Gases y líquidos también pueden ser absorbidos a través de estos puertos, lo que lo hace un sistema operativo muy flexible.

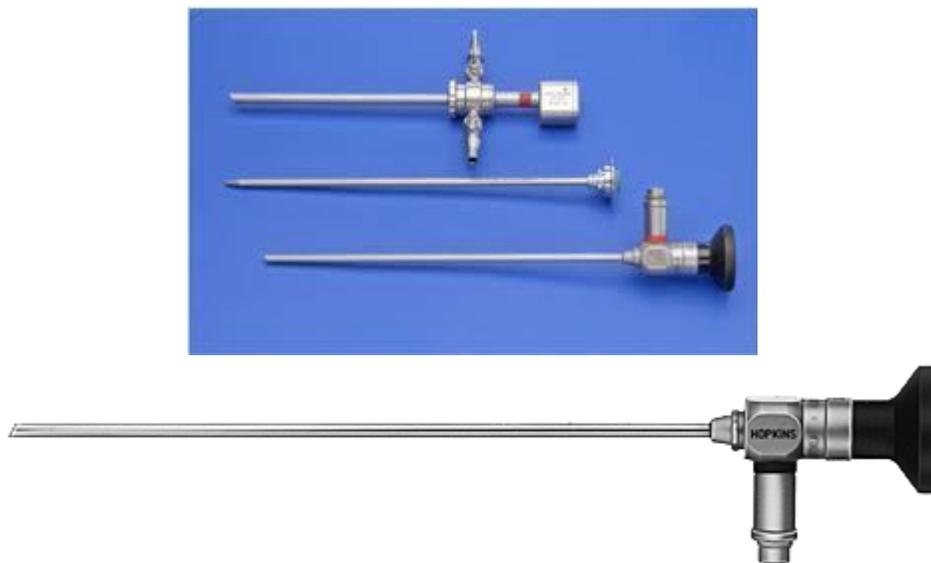


Figura 19. Endoscopio Rígido.
Fuente: <http://www.olympuslatinoamerica.com>

2.2.2 Fibroscopio.

La fibra óptica es el alma del endoscopio por su cualidad luminosa y porque fue el elemento que llevo a la endoscopia a su condición actual, sin embargo, el papel fundamental que jugó en los fibroscopios ha sido desplazado en los video endoscopios donde su función es solo el transporte de luz desde la fuente al objetivo, así como la iluminación de las cavidades en exploración, lo cual sigue siendo relevante, aunque el transporte de la imagen ahora es electrónico lo que hizo innecesario el haz de fibras coherentes.

En forma general la fibra óptica es un cilindro muy delgado de vidrio o material plástico capaz de atrapar y transportar la luz debido a múltiples reflexiones internas. La cualidad de delgadez, diferencia fundamental entre la barra de vidrio y la fibra, le otorga la flexibilidad.

La transmisión de luz a lo largo de la fibra óptica se debe a una secuencia de reflexiones calculada en 10000 por metro.

Diversos factores merman de manera progresiva la cantidad de luz como las reflexiones imperfectas, la absorción por el material de la fibra, impurezas, fracturas y otros. El diámetro de las fibras utilizadas en endoscopia debe tener equilibrio entre la flexibilidad y la función, lo cual se logra casi en 10μ .

Hay limitaciones físicas para el uso de fibras de diámetros menores como la imposibilidad de aceptar ciertas longitudes de onda de la luz visible. Si se utilizan diámetros mayores disminuirá la resolución del detalle fino de la imagen.

2.2.3 Endoscopio Flexible.

Son tubos largos y flexibles con varillas de vidrio de fibra óptica que transmite la imagen de la cámara o directamente a los ojos de un operador. Endoscopios flexibles son muy útiles para ver el interior del estómago y los intestinos, donde el endoscopio puede tener que pasar una larga distancia en el cuerpo, y alrededor de giros y curvas.

Una vez más, instrumentos como pinzas de biopsia se puede pasar a través de un canal del endoscopio y el gas se puede succionar según sea necesario.



Figura 20. Video Endoscopio Flexible.
Fuente: Imagen FUJINON Corporación.

2.3 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DEL ENDOSCOPIO.

El endoscopio es probablemente uno de los equipos médicos que mayor relevancia tiene en la actualidad en el medio hospitalario, tanto la estructura como el funcionamiento del endoscopio depende totalmente de tres factores: Un dispositivo óptico, un dispositivo de iluminación y un procedimiento con el cual se lograra la transmisión de la señal endoscópica.

Estos factores podrían considerarse como los más importantes en un endoscopio ya que sin estos sería imposible la exploración de cavidades dentro del cuerpo humano sin necesidad de realizar un corte al cuerpo.

2.3.1 Dispositivo Óptico.

Comprende un sistema de lentes distal (punta), un sistema de transporte de la imagen y una pantalla a través de la cual el usuario pueda observar las imágenes. El dispositivo de transporte de la imagen en instrumentos rígidos puede estar constituido por otro sistema de lentes y en endoscopios flexibles, por un conjunto ordenado de fibras ópticas coaxiales (coherentes) y un lente proximal para observación.

En el caso del video endoscopio incorpora un mecanismo del endoscopio de fibra, una pieza distal del tubo de inspección que alberga un dispositivo optoelectrónico integrado por lente objetivo y un sensor de iluminación CCD (dispositivo de cargas eléctricas interconectadas). Este contiene una superficie sensitiva sobre la cual el lente objetivo forma la imagen de la cavidad observada.

De la misma forma que el endoscopio de fibra, contiene un trayecto de fibras ópticas que pasa por el cable umbilical, el control de mandos, el tubo de inspección y la pieza distal.

2.3.2 Dispositivo de Iluminación.

Para tener imagen, se requiere que el objeto a observar se encuentre iluminado. Los órganos corporales al no contar con iluminación propia, requieren de una fuente externa que los ilumine. El flujo luminoso es la cantidad de luz que emite un foco por segundo en todas direcciones. La iluminación del objetivo es provista por una fuente externa de alta intensidad que genera luz y la transporta a través de un conjunto de haces portadores de luz.

Estos no transmiten imágenes, por lo que las fibras dentro de ellos no requieren ordenamiento (coherencia) y están dispuestos al azar. Debido a que la intensidad de luz se reduce en cualquier interface óptica, los haces corren de forma interrumpida desde el punto de enfoque de la lámpara en el conector umbilical hasta la parte que se pretende observar. Las fibras ópticas son tan gruesas como sea posible, sin comprometer su flexibilidad, en la actualidad son de 30 micras de diámetro.

Estos haces luminosos pueden proceder de lámparas de xenón de 300 Watts o de filamento relleno de tungsteno halógeno de 150 Watts.

2.3.3 Transmisión de la señal.

Las cargas producidas por el sistema de muestreo del CCD son transmitidas de manera ordenada como señal eléctrica a circuitos preamplificadores. Los circuitos de lectura y muestreo de los CCD deben estar sincronizados con la señal de referencia.

En los circuitos preamplificadores se genera e inserta la señal de prueba llamada “pulso de calibración” la cual recorrerá toda la electrónica de la videocámara y servirá para realizar un rápido diagnóstico y ajuste de la misma.

De los preamplificadores las señales se enrutan a los procesadores, donde se realizan correcciones electrónicas de la señal (gamma, detalle, masking, pedestal, flare, ganancias, clípeos y limitadores).

Así de esta manera las señales están listas para ser codificadas en una señal analógica o digital y posteriormente transmitirse a los conectores de salida del procesamiento de imagen. Así la señal puede enviarse mediante cables al monitor y sistemas de registro (memoria de la computadora, videograbadora, impresora).

La señal básica es la del sistema analógico de televisión, en este caso para México y Estados Unidos es la NTSC. Todas las funciones de la cámara están controladas por un procesador que realiza ajustes automáticos y permite, a través de los tableros de control realizar ajustes manuales necesarios.

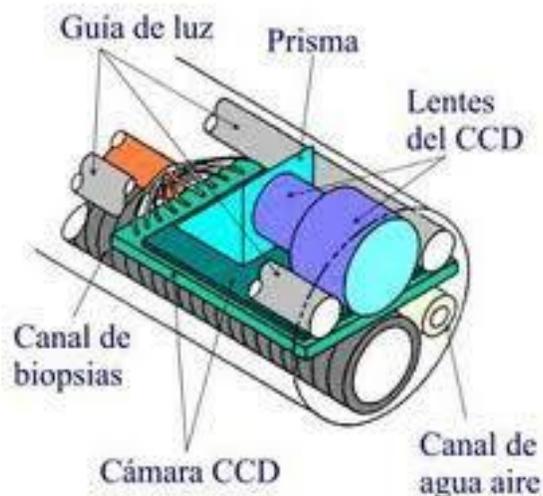


Figura 21. Estructura interna del endoscopio.
 Fuente: www.gastroenlared.com/imag/endoscopios/image006

2.4 ESTRUCTURA DEL ENDOSCOPIO.

El endoscopio tiene tres segmentos básicos: la sección de mandos, el tubo de inserción y el tubo de conector electrónico. Los tres segmentos compartidos por los endoscopios de fibra óptica y video endoscopios, pero con algunas diferencias en sus componentes. El tubo de conector electrónico es el enlace del endoscopio con los componentes fijos como la fuente de luz y de aire, el procesador electrónico, el monitor y otros accesorios.

2.4.1 Sección de Mandos.

Es una caja tubular de diseño ergonómico que se adapta con armonía a la palma de la mano y todos los controles pueden ser alcanzados con los dedos de la misma mano. Esta incluye perillas de flexión una sobre otra con el objetivo de angular la punta distal (arriba, abajo, izquierda, derecha) a determinados grados según sea el modelo.

También incluye un freno que es una palanca situado en cada una de las perillas. Las dos perillas y el freno pueden funcionar simultáneamente.

En el dorso de la sección de mandos se encuentran dos válvulas (según el modelo), la válvula de succión o aspiración que normalmente la encontramos de color rojo, funciona por la presión ejercida por el dedo índice el que al introducir un pistón abre la corriente de aspiración que corre a lo largo del conducto de operaciones del tubo de inserción y se continua por un conducto que corre a lo largo del tubo de conector electrónico.

La segunda válvula tiene dos funciones: una para insuflación de aire el cual escapa permanentemente por el orificio central de la válvula y al ser obstruido por el dedo índice, suspende su fuga y busca salida por un conducto fino que viene desde los componentes externos, hasta la punta del endoscopio.

La otra función se activa presionando la válvula e introduciendo un pistón el cual abre la corriente de agua que corre por el mismo conducto empleado para la circulación de aire.

El conducto de operaciones o canal de trabajo tiene su orificio en el control de mandos y es una vía que corre a lo largo del endoscopio. Las características del conducto de operaciones deben ser bien conocidas pues son la vía para toma de muestras y maniobras terapéuticas.

Una de sus características es un diámetro que varía entre los 2 y 4.2 [mm], lo cual es de vital importancia tener cuidado al tratar de introducir algún accesorio que sobrepase esta medida ya que ocasionara que pueda ser colapsada alguna tubería.

Otra característica que representa un conducto común para operaciones y aspiración, de tal manera que la introducción de un aditamento puede empujar el contenido aspirado previamente en forma incompleta.

En la sección de mandos también encontramos botones con funciones electrónicas diversas, como por ejemplo tomar fotografía, congelar imagen y en la actualidad debido a que se han agregado nuevas funciones tales como la de amplificación (zoom) o la de cambios de filtros en la imagen con luz con diferente longitud de onda.

Estas últimas opciones pueden hacerse desde el endoscopio, desde el video procesador o teclado de la computadora.



Figura 22. Sección de mandos.

Fuente: <http://www.fujifilm.com/products/medical/brochures/pdf/index/500series.pdf>

2.4.2 Tubo de inserción.

Tiene tres cualidades básicas: flexibilidad, diámetro y longitud. La flexibilidad tiene un equilibrio entre capacidad de flexión en obediencia a curvaturas anatómicas del tubo digestivo y la rigidez suficiente para poder imprimirle fuerza longitudinal o de torsión. Un endoscopio muy flexible sería imposible de manipular a distancia, sobre todo durante la colonoscopia.

El diámetro es el equilibrio entre el contenido de todos los componentes que necesariamente corren a lo largo del tubo de inserción, sobre todo el conducto de operaciones que exige un espacio suficiente, y el diámetro de los órganos en los cuales debe ser introducido.

La longitud tiene solo la dependencia de la distancia que existe entre el orificio natural de introducción y el objetivo anatómico que se desea explorar. Casi todos los endoscopios aparecen graduados cada 10 [cm] para medir la longitud de inserción.

Un segmento muy importante del tubo de inserción es la sección distal de angulación. Este segmento tiene una longitud variable y depende del radio de flexión deseada. Está integrado por una serie de anillos metálicos articulados en cuyo interior corren cuatro aceros fijos al anillo distal y deslizable en los proximales. Estos tirantes son el extremo de los descritos en la sección de mandos.



Figura 23. Tubo de inserción.

Fuente: <http://www.fujifilm.com/products/medical/brochures/pdf/index/500series.pdf>

2.4.3 Tubo del conector electrónico.

Es el enlace del endoscopio desde la sección de mandos con los componentes fijos como la fuente de luz y de aire, el procesador electrónico, el monitor y otros componentes como el teclado y la impresora.

Está integrado por el empaquetamiento del haz de fibras incoherente, el tubo de aspiración, el de transito de aire/agua y los cables electrónicos con terminales de todos los electrodos cuya información seguirá el camino hacia el procesador de imagen.

En esta área en algunos casos se encuentran tarjetas electrónicas las cuales contienen información relacionada con la configuración de la imagen del endoscopio.



Figura 24. Conexiones a Fuente de Luz y Video procesador.

Fuente: <http://www.fujifilm.com/products/medical/brochures/pdf/index/500series.pdf>

En la siguiente tabla se describen las características que actualmente tiene un endoscopio, así como también se nombran los endoscopios que son utilizados con mayor frecuencia en las salas de endoscopia.

ENDOSCOPIO	LONGITUD TOTAL	ANGULACIONES	DIAMETRO
Video Colonoscopio	2 [m]	Arriba/Abajo 180° Izq./Der 100°	11.5 [mm]
Video Gastroscopio	1.3 [m]	Arriba 210°/Abajo 90° Izq./Der 100°	10 [mm]
Video Duodenoscopio	1.5 [m]	Arriba 120°/Abajo 90° Izq. 90°/Der 110°	13.2 [mm]

Rectosigmoidoscopio	1.04 [m]	Arriba/Abajo 180° Izq./Der 160°	12.8 [mm]
Video Broncoscopio	87 [cm]	Arriba 180°/Abajo 130°	6 [mm]
Video Enteroscopio	2.3 [m]	Arriba/Abajo 180° Izq./Der 160°	8.5 [mm]

Tabla 7. Especificaciones de Endoscopios más comunes.

Fuente: Equipos endoscópicos de la marca Olympus, FUJINON Fujifilm y Pentax.

A continuación se muestra los componentes que debe de tener actualmente una torre de endoscopia.

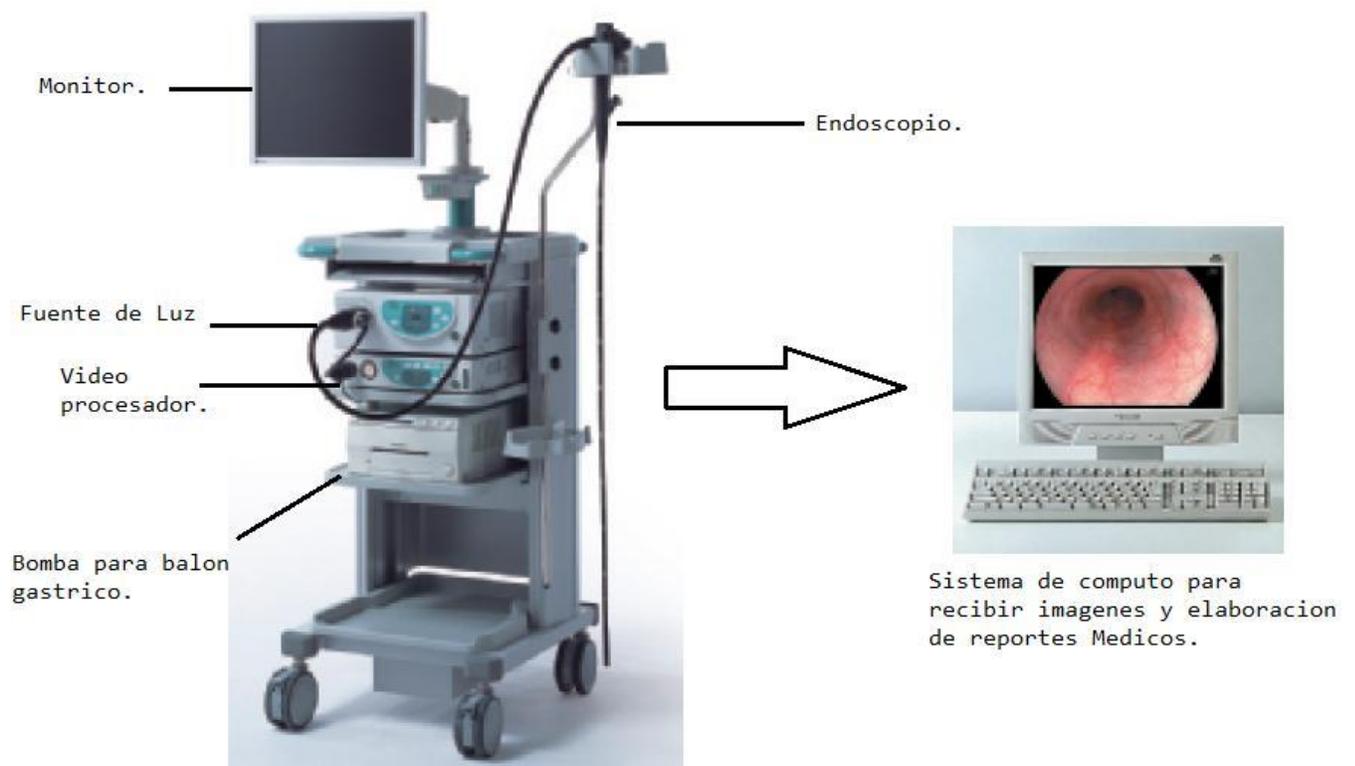


Figura 25. Torre de endoscopia.

Fuente: <http://www.fujifilm.com/products/medical/brochures/pdf/index/500series.pdf>

2.5 BENEFICIOS DE LA ENDOSCOPIA.

Las ventajas de la endoscopia han sido ampliamente relevantes en el ámbito humano, donde la endoscopia es todavía una ciencia relativamente nueva y está avanzando todo el tiempo. Los principales beneficios para el paciente son el tiempo de recuperación rápida y la falta relativa de malestar después de la cirugía.

Desde el punto de vista de los cirujanos, la endoscopia nos permite realizar muchas operaciones que no son posibles con la cirugía convencional, así como para llevar a cabo otras operaciones de una manera menos invasiva.

Podemos inspeccionar la cavidad abdominal, por ejemplo, mucho más completo y con una imagen ampliada, que es posible con la cirugía abierta convencional. Junto con una recuperación más agradable y más rápida, esta es la forma de cirugía que se seguirá desarrollando en un futuro.

3.- Normatividad.

De entre todos los tipos de energía, es posiblemente la eléctrica la de más amplia difusión en los últimos años. La electricidad ha causado un progreso y bienestar en la medicina, pero también ha sido causa de riesgo para las personas, si se carece de los conocimientos o los protocolos necesarios para su correcta utilización es necesario tener en cuenta que la probabilidad de que un accidente eléctrico sea grave o mortal es elevada.

3.1 SEGURIDAD ELECTRICA HOSPITALARIA.

De entre los posibles riesgos derivados del uso de la electricidad, es el contacto de las personas con la corriente eléctrica. Se puede definir el riesgo de contacto como la posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través del cuerpo humano de forma no intencionada.

Que se producirá cuando:

- El cuerpo humano sea conductor.
- El cuerpo humano pueda formar parte de un circuito.
- Exista entre los puntos de entrada y salida de la corriente eléctrica una diferencia de potencial.

Con el propósito de conducir en forma correcta el desarrollo de la denominada cirugía endoscópica, fue necesario diseñar la Norma Oficial Mexicana, en la que participaron instituciones oficiales, académicas y privadas, con el objeto de regular la práctica de este novedoso procedimiento quirúrgico.

Se establecieron simultáneamente los comités de cirugía endoscópica, con la finalidad primordial de garantizar que tanto las instituciones públicas y privadas como el equipo quirúrgico tuvieran las condiciones adecuadas para ofrecerle al paciente un buen resultado, el que no necesariamente sería obtenido por el procedimiento endoscópico y concientizar al cirujano para en su momento, tomar la decisión responsable de convertir el procedimiento cuando a su criterio así lo juzgara conveniente y evitar así complicaciones innecesarias.

Todas las personas que colaboran en un procedimiento de este tipo deben de cubrir con un perfil el cual es de vital importancia al momento de interactuar en conjunto con los demás profesionistas. En el caso del ingeniero biomédico o el técnico en cirugía endoscópica constituye un auxiliar valioso para el cirujano, ya que le evitara la fatiga innecesaria que provoca las circunstancias que alteran el buen funcionamiento de los equipos, brindando al cirujano la oportunidad de confrontar y resolver satisfactoriamente el problema quirúrgico correspondiente.

Actualmente este personal se encuentra íntimamente vinculado con el desarrollo del acto quirúrgico, ya que tiene la oportunidad de observarlo en los monitores que servirán de base al cirujano para ejecutarlo.

El cuerpo humano, por su composición química, es un elemento conductor y cuando se le aplica una diferencia de potencial (causa), sin estar aislado, circula por él una intensidad de corriente (efecto), cuyo valor depende de la impedancia total del circuito de defecto.

Esto implica que es la intensidad de la corriente eléctrica el factor físico que condiciona el mayor o menor efecto sobre el organismo, por lo que las medidas de prevención y protección adoptadas para proteger a las personas contra estos riesgos tienen por objeto impedir que queden sometidas al paso de una corriente eléctrica peligrosa.



*Figura 43. Norma Oficial Mexicana.
Fuente: Imágenes NOM Secretaría de Salud.*

Para la mayor parte de las personas, el umbral de percepción de la piel a un estímulo producido por un ligero contacto con los dedos es aproximadamente 500 [mA], a medida que aumenta la corriente aumenta la sensaciones de calor y picoteo, a la vez que aparecen contracciones musculares hasta que, finalmente, se alcanza un valor de intensidad de corriente en la que la persona no puede soltar el conductor. El valor de intensidad a la que la persona es aún capaz de soltar un conductor utilizando los músculos estimulados, se define como intensidad límite.

Generalmente una corriente de una intensidad inferior a 5 [mA] no se considera peligrosa, si bien con este nivel de intensidad la sensación es un poco desagradable y dolorosa. A corrientes de 10 ó 20 [mA] ya se produce pérdida del control motor y a corrientes superiores a 100 [mA] peligro de fibrilación ventricular y parálisis respiratoria. En las consideraciones precedentes se ha empleado siempre la magnitud de corriente eléctrica para describir el efecto de la electricidad.

La tensión necesaria para producir la corriente eléctrica depende únicamente de la resistencia eléctrica que el organismo presente a la corriente. Esta resistencia queda afectada por numerosos factores y puede variar desde unos pocos ohmios hasta varios mega ohmios.

La resistencia de la piel constituye la mayor parte de la resistencia que presenta el organismo. La piel seca, ilesa, presenta una conductividad ($C=1/R$) de $2.5 \mu S/cm^2$ que es un valor realmente pequeño. Esta baja conductividad se debe principalmente a la capa córnea más externa de la piel, el epitelio, el cual ofrece una protección natural frente a los peligros eléctricos.

Sin embargo, cuando dicha capa se permeabiliza mediante un fluido conductor, la conductividad de la piel puede aumentar en dos órdenes de magnitud. Si se corta la piel o se introducen a través de ella objetos conductores, por ejemplo agujas hipodérmicas, su resistencia queda totalmente eliminada.

Cuando se presenta esta situación la resistencia que se mide entre contactos viene determinada exclusivamente por el tejido por el que circula la corriente, y que puede ser de tan sólo 500 ohmios.

La pasta o gel para electrodos que se utiliza en la medida de potenciales bioeléctricos también tiene la finalidad de reducir la resistividad de la piel mediante acción electrolítica y abrasión mecánica. Algunos procedimientos requieren la introducción de objetos conductores dentro del cuerpo, bien a través de las aberturas naturales, bien a través de incisiones en la piel o en el peor de los casos directamente al corazón mediante cateterización.

Por esta razón en algunos casos el paciente del hospital se ve privado de la protección natural contra los peligros eléctricos que normalmente le ofrece la piel, siendo en estos casos más susceptible a la electricidad.

Para proporcionar un margen de seguridad, las normas actuales y las especificaciones para equipo médico establecen límites de corriente de riesgo que accidentalmente puede circular a través del paciente, que varían desde 10[mA] para los pacientes más susceptibles a la electricidad, hasta 500[mA] para los menos susceptibles.

En todo sistema eléctrico se presentan, y son consustanciales al mismo, las corrientes de fuga. Estas corrientes pueden circular a través de paciente, como consecuencia de una pérdida de aislamiento de los conductores, la conexión, por fallo, de un conductor activo y el chasis del aparato, masa o tierra. La naturaleza de las mismas varía en función de ser origen, pudiéndose clasificar en: corrientes de origen resistivo y de origen capacitivo. Las primeras se producen como consecuencia de un franco contacto eléctrico, normalmente accidental, entre un conductor activo y masa.

Generalmente, si en un equipo se rompe el cable activo, el aparato deja de funcionar y se detecta el fallo. Si se rompe o desconecta el cable de protección puesta a masa de las partes metálicas, el usuario no lo detecta.

Debe tenerse en cuenta que al cortarse la continuidad del cable de tierra, se corta el camino de las corrientes de fuga. En consecuencia, éstas fluirán a tierra pasando a través del paciente.

Si en esta ocasión éste está protegido por su propia resistencia y el sistema aislado del bloque quirúrgico en óptimas condiciones apenas percibirá sensación alguna. Por el contrario, de producirse el hecho fuera del quirófano y sin la protección del sistema aislado, es seguro que percibiría desde un cosquilleo, a una contracción muscular, fibrilación, dependiendo como hemos dicho, de la magnitud de la corriente, tiempo de circulación y condiciones de aislamiento, seco o húmedo.

En caso de contacto directo del conductor activo y partes metálicas, se somete a tensión eléctrica y circulación de corriente al chasis del aparato.

El paciente podrá sufrir un choque eléctrico seguro, en caso de falta de continuidad del conductor de tierra. Aceptemos, ahora, que existe un buen contacto a tierra y que la calidad de ésta es buena, 0 a 0.2 Ohms, la corriente eléctrica fluirá por el camino más fácil, no obstante el paciente sufrirá el paso de una fracción que se deriva a través de él.

Según la magnitud de ésta intensidad y su tiempo de circulación, pueden producirse quemaduras en los puntos de contacto, fibrilación ventricular, etc. Las fugas de corriente de tipo capacitivo que se deben a los fenómenos capacitivos que se producen entre líneas o fases y tierra, y pueden deberse a:

- Un contacto accidental debido a una avería de tipo electrónico en un circuito de un equipo.
- La capacitancia permanente que presentan los conductores de todo sistema de distribución eléctrica a tierra. Esta capacidad varía enormemente de unos sistemas a otros. Puede evaluarse orientativamente en 4 microamperios por cada metro lineal de conductor; por ésta razón deben reducirse en lo posible las longitudes de los conductores en toda instalación eléctrica del quirófano.

- Debida al fenómeno capacitivo permanente que surge entre el primario y secundario de todo transformador. Puede evaluarse orientativamente en 200 microamperios. Los transformadores de aislamiento se diseñan con un apantallamiento entre primario y secundario, que se conecta a tierra, a fin de limitar la capacitancia a valores no superiores a 40 microamperios.
- A la inductancia magnetizante que generan los transformadores de distribución en todo sistema de distribución eléctrica y como consecuencia del 5º armónico.
- La generada por los electro bisturíes. Es una corriente de alta frecuencia que se cierra por la capacidad a masa de los conductores.

En general para identificar de modo práctico las corrientes de fuga, podemos definir las de la siguiente manera:

- a) Corriente de fuga a tierra: aquella que se mide a través del conductor de protección de tierra desde la red de alimentación.
- b) Corriente de fuga a chasis: aquella que fluye del chasis, a través de un camino conductor a tierra, conectado en cualquier parte del chasis, y no a través del preceptivo conductor de protección.
- c) Corriente de fuga de paciente: aquella que fluye a través de una parte aplicada a través del paciente a masa, o bien de otro conductor a través del paciente a un equipo flotante.
- d) Corriente auxiliar del paciente: aquella que fluye a través del paciente entre aparatos aplicados en funcionamiento normal, sin intento de producir efectos fisiológicos.
- e) Corriente funcional del paciente: corriente que fluye a través del paciente, al aplicar uno o más aparatos con intención de producir efectos fisiológicos. Existen situaciones de peligro a pesar de que todos los aparatos se encuentren perfectamente conectados a tierra, es el llamado fenómeno de interacción, que se produce cuando se conectan varios equipos a un mismo paciente, con distintas corrientes de fuga debidas por ejemplo a distintas longitudes del conductor de protección, que hace que se produzcan diferencias de potencial dando lugar a una circulación de corriente a través del paciente que podría ser peligrosa.

Deben de tomarse las precauciones oportunas antes de introducir un aparato, especialmente cuando se trate de equipos rodantes. La solución pasa por conocer mediante verificaciones anteriores, cual es la corriente de fuga de cada equipo.

De conformidad con la normativa CE (93/42/CEE) a partir de junio de 1998, no podrá comercializarse ningún producto sanitario sin el marcado CE, que significa que la directiva obliga a todos los fabricantes a ofrecer sobre sus artículos una serie de garantías, entre la que figura la norma IEC 601.1 ó EN 60601-1 que regula las medidas de Seguridad Eléctrica de los Equipos Electro médicos.

Con el fin de ofrecer un servicio de máxima calidad basado en la normativa existente, se propone la inspección y comprobación de los equipos de acuerdo a la vigente normativa, que garantiza la seguridad a los usuarios y operadores de dichos equipos y garantizan que están dentro de las tolerancias aceptables a fin de obtener los resultados esperados en sus aplicaciones.

Es decir, cuando se reciba el equipo para ser utilizado, éste ya habrá pasado por multitud de ensayos y comprobaciones para asegurar que usted tenga un producto con el más alto nivel de seguridad y confianza posible.

La calidad total, o deseable, en el funcionamiento del servicio sanitario, es el resultado de su aprovechamiento técnico.

En él juega un papel decisivo la calidad intrínseca de los aparatos, equipos o instalaciones, así como la calidad del mantenimiento preventivo.

Siempre que el aprovechamiento técnico mejora o va al alza, la calidad total crece y los costos se reducen; además, tratándose de vidas humanas como es nuestro caso debemos de pretender el máximo aprovechamiento técnico basándonos en la supresión de la duda que produce la sensación de inseguridad, suplantándola por la certeza de un ambiente seguro de "sensación de seguridad".

Los aparatos electro médicos por su utilización y a veces continuos traslados, son susceptibles de problemas o averías relacionadas con la seguridad eléctrica, de ahí que

ofrecen servicios de comprobación e inspección programada de la seguridad eléctrica del equipo, con un tiempo de respuesta reducido, sino también se realizan en funcionamiento normal con un paciente simulado y en condición de avería de contactos.

Existen principalmente dos organismos relacionados con la promulgación y difusión de estándares Internacionales: ISO (International Organization for Standardization) e IEC (International Electrotechnical Comision). La ISO fue fundada en 1946, con el objetivo inicial de facilitar la coordinación internacional y la unificación de estándares industriales.

Es una organización formada a partir de la representación de las agencias nacionales de estándares en 73 países, las cuales trabajan en prácticamente todas las áreas de tecnologías excepto en materia electromecánica, que es el área de trabajo de la IEC. En el campo medico, la ISO tiene seis comités técnicos dedicados a la elaboración de estándares para dispositivos médicos.

La IEC fue fundada en 1904 con el objetivo de promover la cooperación de las sociedades técnicas del mundo en la estandarización de la nomenclatura y la clasificación de maquinaria y equipo eléctrico. Los documentos que emite la IEC son recomendaciones, no estándares.

Tales recomendaciones son procesadas, publicadas y vendidas de manera análoga a los documentos que emite la ISO. Existe un comité técnico que trabaja sobre el uso del equipo eléctrico en la práctica médica, al cual le concierne todo lo relacionado con equipo médico.



*Figura 44. Organizaciones Internacionales de Certificación.
Fuente: Imágenes Normas Internacionales*

3.2 NORMALIZACION EN MEXICO.

En México, la elaboración de normas relacionadas con el sector salud generalmente la realizan las instituciones que proveen los servicios de salud como lo son la Secretaria de Salud (SS), que promulgan normas oficiales mexicanas (NOM), y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Este ultimo desarrolla normas relacionadas con el sector salud que en principio involucran solo al Instituto, pero algunas de ellas derivan en la normatividad adoptada por la SS y son promulgadas como una NOM.



*Figura 45. Instituciones Mexicanas de servicios de Salud.
Fuente: Imágenes Instituciones Normas de Salud*

Sin embargo también existen otras dependencias gubernamentales e instituciones de educación superior, que establecen NOM relacionadas con el sector salud como son la Secretaria de Energía, en cuanto al manejo de materiales radiactivos, o la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), que colabora de manera muy cercana con la secretaria de salud, Instituciones educativas como la UNAM entre otras Universidades Públicas y Privadas.

Las exigencias actuales en materia de equipamientos médicos, de rehabilitación o de estética, son asegurar al paciente y profesional la máxima seguridad de uso y eficacia terapéutica. Para ello existen diversas instituciones que, a nivel internacional, controlan y fiscalizan las diversas características de los mencionados equipos; a través de directivas denominadas genéricamente Normas.

El cumplimiento de este conjunto de normas es fundamental e imprescindible, pues ello asegura al usuario que su equipo no va a producir efectos o daños no previstos en su paciente, mientras que el efecto benéfico deseado es obtenido con rapidez y eficacia.

Una de las normas mexicanas directamente relacionada con la seguridad eléctrica es la NOM-001-SEDE-2005, la estructura de esta Norma Oficial Mexicana, responde a las necesidades técnicas que requiere la utilización de las instalaciones eléctricas en el ámbito nacional.



Figura 46. Ejemplo de placa de Certificación de Equipo Médico. Fuente: Manual de Operación: Electrobisturí LAP 250. CEC Electromedicina y Electroestática. <http://www.cec.com.ar/>

Es importante citar esta norma oficial mexicana en específico el artículo 517 el cual está enfocado en las instalaciones eléctricas en lugares de atención de la salud. El artículo se divide en 3 secciones A, B, C. La sección A nos habla de conceptos generales que establecen criterios para la construcción e instalaciones eléctricas en lugares de atención de la salud de seres humanos. Las secciones B y C se aplican no sólo a edificios con funciones únicas sino también a aquellos en forma individual considerando sus respectivas formas de trabajo y que estén dentro de un edificio de múltiples funciones.

Aspectos importantes que se destacan en este artículo son: Alambrado y protección, conexiones de puesta a tierra, protección por falla a tierra, sistema eléctrico esencial, sistemas de emergencia, conexiones de equipo a fuentes alternas, fuentes de energía, sistemas eléctricos esenciales, equipos e instrumentos de baja tensión, instalaciones para rayos x, sistemas de comunicación y señalización para tensiones eléctricas, transmisión de señales entre los aparatos, sistemas eléctricos aislados, entre otros. Todos con sus respectivos ejemplos y aplicaciones en las áreas correspondientes.

Muchos de los accidentes generados directamente con el paciente o el equipo médico, son ocasionados por desconocer esta normatividad que es de gran relevancia para Instituciones u Hospitales que proveen un servicio de salud.

Se pretende para futuros profesionistas en el área de Ingeniería Biomédica exigir como requisito tener un amplio conocimiento de este tipo de normatividad enfocada directamente a las instalaciones eléctricas y a la interacción de una corriente eléctrica con el cuerpo humano.

Otra norma importante es la NOM-197-SSA1-2000 que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada.

Actualmente la UNAM en conjunto con otras instituciones educativas, instituciones gubernamentales e instituciones de salud, trabajan en un anteproyecto de la NOM-001 con el objetivo de aportar nuevas ideas que mejoren esta norma. Esta información fue proporcionada por el M.I. Juan Manuel Gómez González Coordinador del módulo de Ingeniería Biomédica de la Facultad de Ingeniería.

3.3 ADQUISICION DE EQUIPO MEDICO.

La normatividad también está enfocada en la adquisición de bienes y servicios en un hospital. El proceso de adquisición de equipo médico es diferente para el sector privado que para el sector de gobierno. A continuación se describen ambos procesos que deberán ser realizados de acuerdo al sector salud que se pertenece.

3.3.1 Sector Salud Privado.

Las ventas de servicios de mantenimiento y equipo médico en el sector privado, son llevadas a cabo de manera diferente a las del sector salud de gobierno, la diferencia se encuentra en que en este tipo de instituciones el proveedor ofrece su producto directamente al hospital y el hospital en conjunto con el área usuaria del equipo y el departamento de Ingeniería biomédica deciden si cumple con las especificaciones y las necesidades requeridas por el hospital.

Si el equipo cubre las necesidades del hospital, se realiza la compra del equipo así mismo también se puede llegar a un acuerdo para vender servicios de mantenimientos preventivos y correctivos. Este tipo de servicios llegan a ser muy útiles para el hospital ya que el proveedor se compromete de acuerdo al contrato realizado a mantener en excelentes condiciones el equipo médico en el periodo establecido.

En general el proceso para vender cualquier servicio o equipo médico en el sector privado es mucho más fácil que en el sector gobierno, sin embargo las normas y sanciones regularmente son las mismas.

3.3.2 Sector Salud Gobierno.

En este sector las condiciones para adquirir bienes y servicios son muy diferentes al privado. La principal diferencia es que cuando el hospital requiere comprar equipo médico o contratar algún servicio de mantenimiento, para cualquier proceso se lleva a cabo por medio de una licitación.

Las licitaciones son concursos en donde se postulan las empresas para poder vender sus productos, esto como estatuto gubernamental para promover la transparencia en los gastos realizados en el hospital y como medio de competencia para las empresas.

El proceso de licitación suele durar varios meses, a continuación se describen los pasos que se llevan a cabo en una licitación:

1. Se emite una convocatoria de la licitación a realizar, la cual es publicada en el diario oficial de la federación. Esta convocatoria contiene las bases y las condiciones con las que se llevara a cabo la licitación, así como fechas de juntas y entrega de propuestas de los proveedores.
2. Posteriormente a que se tienen las bases, los proveedores y el hospital llevan a cabo una junta de dudas y aclaraciones, esto con el objetivo de que el proveedor pueda preguntar dudas ya sean administrativas o directamente del equipo y así pueda postular posteriormente su equipo para entrar al concurso de la licitación.
3. Aclaradas las dudas inicia el proceso para ofertar el equipo, el proveedor entrega dos fichas una técnica y otra económica. A partir de ese momento el proveedor espera el fallo para saber si gana la licitación.
4. El hospital realiza una comparación de fichas técnicas y económicas para debatir cual es el equipo que cumple con las necesidades del hospital. Una vez decidido se entrega el fallo.
5. Por último es publicado el fallo, en donde se emite quien gana la licitación así como también los tiempos de entrega e instalación del equipo.

Actualmente el proceso de licitación en la mayoría de los casos se lleva a cabo por internet publicado en la página www.compranet.gob.mx las empresas se registran en esta página y automáticamente les llegan las actualizaciones de nuevas licitaciones.

Los proveedores para poder ofertar un equipo deben revisar las condiciones mínimas que exige actualmente el sector salud. Estas especificaciones son publicadas por el Consejo de Salubridad General en un documento llamado Cuadro Básico de Instrumental y Equipo Médico. En este documento se describen a detalle las características técnicas mínimas que debe incluir el equipo de acuerdo al Área Médica donde serán utilizados.

CAPITULO 2

POPUESTA DE PROCEDIMIENTO DE INTEGRACION DEL ELECTROBISTURI AL ENDOSCOPIO.



4.- ANTECEDENTES.

Actualmente los protocolos que se llevan a cabo para poder introducir un equipo médico en las instituciones de salud involucran muchos aspectos como normas sanitarias, tratados de libre comercio entre muchos otros requisitos, sin embargo son características técnicas obligatorias que debe tener el equipo médico para poder ser utilizado. Estas especificaciones son publicadas por el Consejo de Salubridad General en un documento llamado Cuadro Básico de Instrumental y Equipo Médico.

A continuación se muestran las características técnicas que actualmente son exigidas por el Consejo de Salubridad General, los equipos con los que se trabajo para la propuesta de integración cumplen perfectamente con estas condiciones técnicas y fueron aprobados por el Consejo para ser utilizados en las Áreas Medicas correspondientes.

4.1 ASPECTOS TECNICOS.

Especificaciones para Unidad de Electrocirugía.

Clave	Especialidad	Servicio
531.431.0102	Cirugía General. Gastroenterología. Ginecología y Obstetricia. Neurocirugía. Proctología. Urología	Endoscopia, Quirófano.

Descripción	Equipo de alta frecuencia para coagulación y corte de tejido, a través del endoscopio. Electro coagulador para endoscopia, con corte y coagulación regulados automáticamente en base a microprocesador. Potencia máxima unipolar de 50 a 400 W. potencia máxima bipolar de 120 W. con regulación de la intensidad del arco voltaico para cortes bajo el agua. Con once locaciones de memoria para almacenar protocolos. Con coagulación suave, normal, spray y bipolar, de inicio
--------------------	---

	automático al contacto. Ajuste continuo, indicador de función acústico y visual con alarmas. Tres modos de corriente: corte, coagulación y mezcla. Incluye placa para el paciente y cable conector esterilizable.
Accesorios	Las unidades médicas los seleccionarán de acuerdo a sus necesidades, marca y modelo: Interruptor de pedal, doble, a prueba de explosión. Carro de transporte con ruedas eléctricamente conductoras para evitar cargas electroestáticas.
Consumibles	Las unidades médicas los seleccionarán de acuerdo a sus necesidades, marca y modelo: Electrodo para aditamento de endoscopio. Pinza de coagulación bipolar. Electrodo coagulador. Placas desechables de dos áreas. Ganchos bipolares para Laparoscopia. Electrodo para resección.
Instalación y Operación	Por personal especializado Corriente eléctrica de 120 V / 60 Hz. Contacto polarizado

Especificaciones para Unidad de Endoscopia.

Clave	Especialidad	Servicio
531.316.0094	Medicas y quirúrgicas	Endoscopia, Quirófano.

Descripción	Equipo de videoendoscopia, utilizado para el diagnóstico y tratamiento de tubo digestivo alto. Con las siguientes características, seleccionables de acuerdo a las necesidades de las unidades médicas: VideoesofagogastroscoPIO: diámetro externo. Canal de trabajo. Ángulos de flexión de la punta hacia arriba, hacia abajo, hacia la derecha y hacia la izquierda. Longitud de trabajo. Videoduodenoscopia: diámetro externo. Canal de trabajo. Ángulos de flexión de la punta, hacia arriba, hacia abajo, hacia la derecha y hacia la izquierda. Guía para esfinterotomía. Cable universal para electrocauterio. Cánula para inyección de medio de contraste. VideocolonoscoPIO:
--------------------	--

	Con doble canal de trabajo. Profundidad de campo. Flexión hacia arriba, hacia abajo, a la derecha y a la izquierda. Diámetro distal. Longitud de trabajo. Longitud total. Pinza de biopsia. Procesador de imágenes con: balance de blancos.
Accesorios	Las unidades médicas seleccionarán de acuerdo a sus necesidades, marca y modelo: monitor de video para aplicaciones médicas. Computadora. Software. Video impresora. Cámara fotográfica. Videograbadora. Impresora. Fuente de luz con selector manual y automático de brillantez, función de transiluminación. Bomba de aire con niveles de regulación de aire alto y bajo como mínimo. Lámpara de repuesto para emergencia.
Consumibles	Las unidades médicas seleccionarán de acuerdo a sus necesidades, marca y modelo: cepillo para citología. Pinza de extracción de cuerpo extraño. Inyector de várices esofágicas. Ligador de várices esofágicas. Esfinterotomo triple lumen. Guía para esfinterotomía. Cánula para inyección de medio de contraste. Cepillo para limpieza. Polipotomo estándar. Aguja e inyector de escleroterapia. Boquillas.
Instalación y Operación	Corriente eléctrica 120 V/60 Hz. Por personal especializado y de acuerdo al manual de operación. Mantenimiento Preventivo y Correctivo

Tablas 8 y 9. Especificaciones Técnicas de Unidad de electrocirugía y Unidad de Endoscopia.

Fuente: Cuadro Básico de Instrumental y Equipo Médico 2010.

Los datos anteriores fueron obtenidos del Cuadro Básico de Instrumental y Equipo Médico, para ambos equipos se tomo en cuenta que deberían de cumplir sus condiciones técnicas con las Áreas Medicas en donde se van a utilizar, en este caso serian: Quirófano y Endoscopia.

4.2 ENDOSCOPIA TERAPEUTICA.

La cirugía endoscópica es consecuencia de la necesidad buscada desde hace mucho tiempo por los cirujanos generales para minimizar el trauma quirúrgico sin reducir la calidad de la exploración abdominal en todo paciente sometido a una intervención quirúrgica siempre fue preocupación de los cirujanos reducir la agresividad en el tratamiento de las enfermedades quirúrgicas.

Con el desarrollo de la cirugía endoscópica se está logrando este objetivo, teniendo por lo demás una visión panorámica de toda la cavidad abdominal a la que se puede acceder con la utilización de una óptica cuya visión oscila de acuerdo al tipo de desviación de las lentes que la conforman entre 0 y 30 grados, habiendo incluso sistemas ópticos que pueden dar 120 grados de desviación.

Esto permite revisar todos los espacios abdominales, constituyéndose en consecuencia en un procedimiento de diagnóstico y terapéutico. La realización de la cirugía endoscópica implica la necesidad de usar diferentes equipos que constituyen parte del fundamento de esta cirugía.

La unidad electro quirúrgica, también conocida como electro bisturí o bisturí caliente como ya ha sido mencionado es un equipo electrónico (producto sanitario) capaz de transformar la energía eléctrica en calor con el fin de coagular, cortar o eliminar tejido blando, eligiendo para esto corrientes que se desarrollan en frecuencias por encima de los 200 [kHz] ya que estas no interfieren con los procesos nerviosos y sólo producen calor. Está compuesta por una serie de unidades individuales que en conjunto conforman un circuito eléctrico: la corriente debe fluir desde un generador hasta un electrodo activo, a través del tejido, y volver al generador vía electrodo de dispersión inactivo. Al ser el electro bisturí un aparato eléctrico, su uso no está libre de complicaciones.

La quemadura eléctrica es el peligro más importante; suele ser más profunda que la producida por llama y provoca una amplia necrosis tisular con trombosis profunda, que a menudo requiere desbridamiento quirúrgico.

Este equipo consta de dos partes, una estéril y una no estéril. Lo estéril, sería el cable (partiendo desde el aparato) y el mango con la punta del electro bisturí. Lo que no es estéril es la plancha que va por debajo del paciente a la hora de utilizar el electrodo.

Las puntas de carga positiva, pueden ser de tipo: Cuchillo (la más utilizada), Aguja (para zonas de menor tamaño) o punta bola (para coagular mucosas). Algunas suelen ser de teflón para que el tejido no quede adherido al quemarse. El control del equipo normalmente tiene forma de pedal, este también contiene botones para operar el electro bisturí. Existen muchos diseños de unidades electroquirúrgicas pero regularmente en todas, el pedal amarillo corresponde a la acción de corte y el pedal azul es el de coagulación.

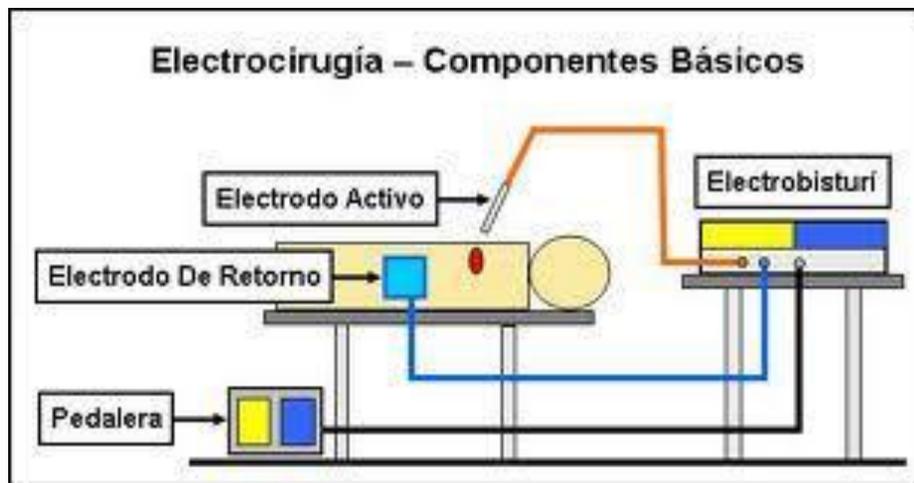


Figura 47. Diagrama de conexión del Electrobisturí.

http://www.portalbiomedico.com/images/EquipamientoBiomedico/Electrobisturios/Electrocirugia_Esquema_Basico.

La plancha, es de carga negativa, puede ser de metal, plomo o autoadhesiva descartable. Se coloca cerca de donde se va a hacer la incisión antes de que se acomode al paciente en la camilla, quedando por debajo de el antes de preparar el campo operatorio. Hay que tomar precauciones con respecto a pacientes con marcapasos, prótesis, uniones metálicas, entre otros.

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.

Algunas 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 especialmente ya que la efectividad del tratamiento solo se aplica para tumores a ubicados a una distancia máxima de 2cm del electrodo. Otras aplicaciones son:

- **Tratamientos de la Piel:** la electrocirugía puede ser utilizada para remover lesiones en la piel tanto superficial como vascular 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.

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 Médico 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.

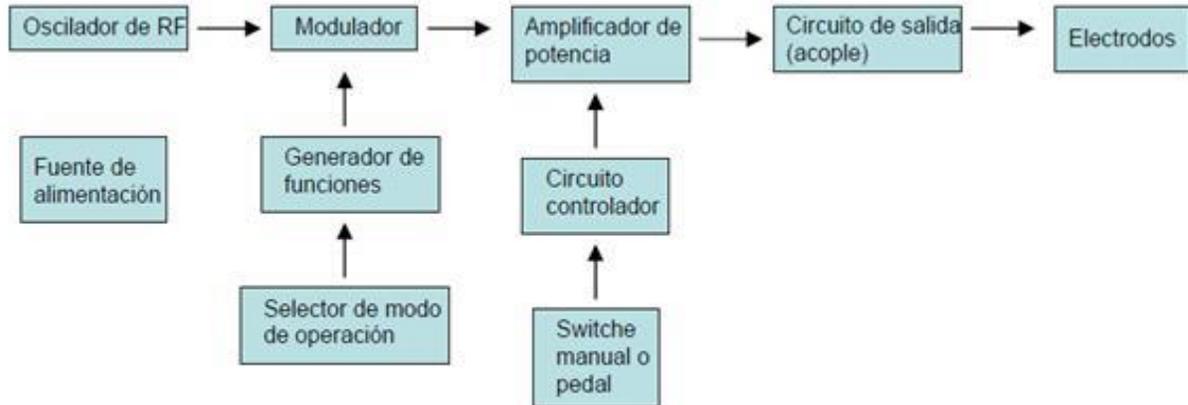


Figura 48. Diagrama de bloques del funcionamiento del Electrobisturí.

Fuente: <http://www.portalbiomedico.com/images/EquipamientoBiomedico/Electrobisturries/>

En la figura anterior, se muestra el diagrama de bloques del funcionamiento interno del Electrobisturí. Se observa que el módulo Oscilador de RF brinda la señal básica de alta frecuencia la cual es amplificada y modulada.

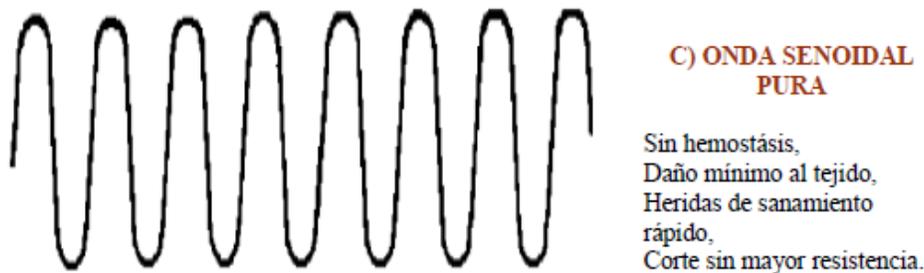
El modulo de generador de funciones determina la modulación de la onda dependiendo de el modo de operación seleccionado por el cirujano. La salida del generador se puede accionar o apagar por controles de mano o pie que son manipulados por el cirujano.

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 amortiguado 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.



*Figura 49. Onda senoidal pura.
Fuente: Imágenes Onda senoidal.*

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.



*Figura 50. Onda senoidal amortiguada.
Fuente: Imágenes Onda senoidal.*

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 un 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.

4.3 INTEGRACION DE LOS EQUIPOS.

Antes de iniciar el procedimiento el equipo queda correctamente instalado y listo para utilizarse (previamente realizando pruebas de inspección y funcionamiento). La unidad electro quirúrgica debe estar previamente instalada en un lugar donde no obstruya las actividades del médico, aunque no siempre es requerido este equipo, por seguridad siempre debe quedar a la mano del personal que hará uso de él.

Las primeras pruebas únicamente se realizarán al endoscopio, ya que será el equipo médico que utilizaremos primero.



Figura 51. Sala de Endoscopia. Fuente: Imágenes Salas de Endoscopia

El cirujano pone en actividad varias funciones: concentración máxima y agudeza visual en el monitor; acciona su mano izquierda para dirigir el endoscopio y su mano derecha que la utilizara principalmente para accionar funciones del endoscopio como manipular angulaciones, tomar fotos, irrigar agua o bien succionar cualquier tipo de sustancia como bilis.



Figura 52. Pruebas de funciones del endoscopio. Fuente: Imágenes Endoscopia/Pruebas Endoscópicas



*Figura 53. Pruebas de Imagen Endoscópica.
Fuente: Imágenes Endoscopia/Pruebas Endoscópicas.*

Si el procedimiento es únicamente de diagnóstico regularmente no hay intervención de un anestesiólogo, sin embargo si es un procedimiento terapéutico por el grado de dificultad de este estudio y el tiempo que se utiliza, es conveniente tener controlado al paciente por medio de anestesia o inductores de sueño que permitirán al médico introducir el endoscopio y realizar maniobras dentro del cuerpo sin que el paciente sienta alguna molestia, en este tipo de estudio juega un papel de gran relevancia el anestesiólogo.

Se inicia el estudio introduciendo el endoscopio ya sea por boca o por el ano esto de acuerdo al procedimiento que se esté realizando, ya dentro del cuerpo el endoscopio proporciona una imagen del avance que está teniendo el tubo, con la ayuda de la iluminación se logra percibir una mejor imagen de cada cavidad del cuerpo.

En primera instancia se recorre todo el órgano digestivo con el objetivo de inspeccionar y dar un probable diagnóstico del problema que está teniendo el paciente.



*Figura 54. Exploración del órgano digestivo.
Fuente: Imágenes Endoscopia/Pruebas Endoscópicas*

Hasta este momento la endoscopia toma el nombre de procedimiento endoscópico de diagnóstico. Posteriormente ya que fue inspeccionada la zona a tratar, el médico puede diagnosticar si existe algún problema el cual necesite la aplicación de un procedimiento endoscópico terapéutico (extracción de cuerpos extraños, pólipos, hemorragias, etc.) o bien únicamente poder dar un dictamen médico, recetar medicamento al paciente o pasarlo a otra área donde pueda seguir siendo tratado.

Normalmente los procedimientos endoscópicos terapéuticos son realizados una vez que ya se le han hecho procedimientos de diagnóstico y el médico cuenta con la información necesaria para determinar si debe realizarse un corte, extirpar o coagular vasos sanguíneos de alguna cavidad dañada.

Sin embargo también existen casos en donde al paciente se le realiza una endoscopia de emergencia ya que presenta sangrado o dolor abdominal muy fuerte, este tipo de casos son tratados de manera diferente y en muchas ocasiones con protocolos que ya involucran una cirugía de mayor gravedad.

Al iniciarse el procedimiento terapéutico interviene la enfermera, el anestesiólogo y el ingeniero biomédico en el procedimiento. La enfermera proporcionara todo tipo de instrumentos para el correcto uso del equipo, el anestesiólogo tendrá controlado al paciente y dará seguimiento todo el procedimiento, esto con el objetivo de que el paciente no se despierte durante el estudio o bien pueda ser causa de un problema de gravedad como un infarto o hasta la muerte.

El encargado del equipo de electrocirugía hará la instalación para poderlo incorporar al endoscopio, se realizaran los siguientes pasos para determinar el correcto uso del equipo y se pueda evitar tener un accidente.

4.3.1 Protocolo de Integración.

Comenzaremos por identificar correctamente las funciones de la Unidad de electrocirugía, es importante tener en cuenta este aspecto ya que nos ayudara para poder agilizar el procedimiento y podremos realizar la conexión de los aditamentos de acuerdo al tipo de técnica que se irá a utilizar.

Panel Frontal.

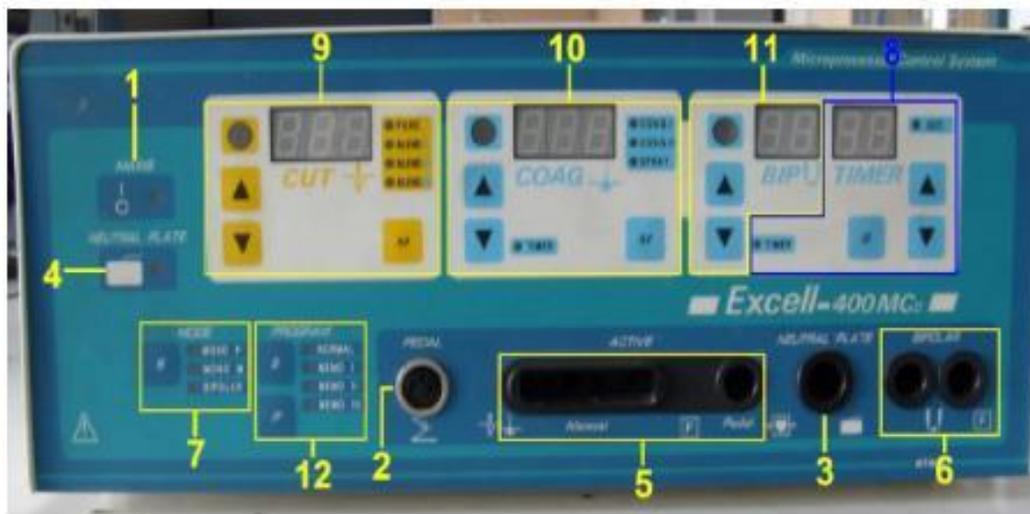


Figura 13. Unidad de Electrocirugía. Panel frontal.

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/20132835/TALLER-Electrobisturi>

1. Indica si el equipo se encuentra encendido.
2. Entrada para el interruptor de pedal.
3. Entrada para el electrodo neutro.
4. Luz de advertencia del electrodo neutro.
5. Entrada para los electrodos activos Monopolar.
6. Entrada para los electrodos Bipolares.
7. Controles de MODO para la elección del tipo de modo de operación del equipo. Si es Monopolar con pedal, Monopolar Manual o Bipolar.
8. Controles de TIEMPO para la función de tiempo programado.
9. Controles de CORTE para el CORTE PURO y la MEZCLA de CORTE.
10. Controles de COAG para COAGULACIONES MONOPOLARES. Con controles de intensidad de potencia requeridos según el tipo de coagulación.
11. Controles BIP para COAGULACION BIPOLAR.
12. Controles de PROGRAMACION.

Panel Trasero.

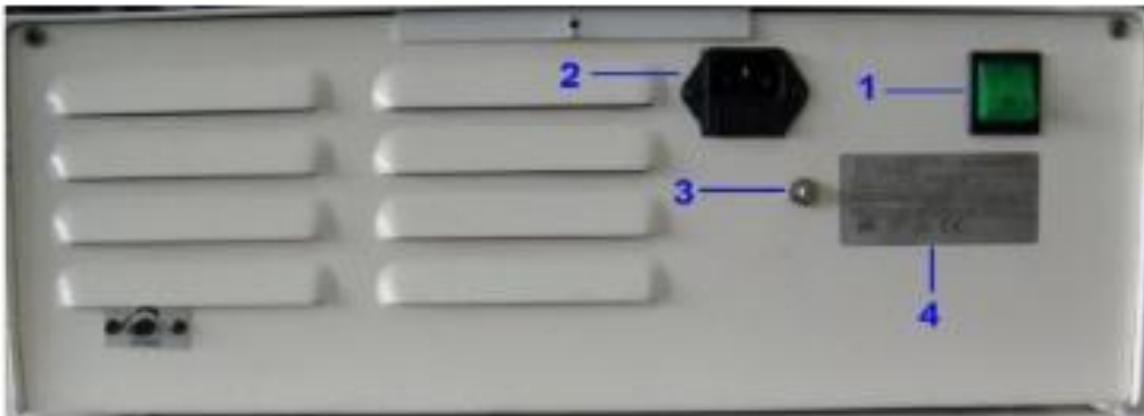


Figura 14. Unidad de Electrocirugía. Panel Trasero.
Fuente: <http://es.scribd.com/doc/20132835/TALLER-Electrobisturi>

1. Botón de encendido.
2. Entrada para el cable de poder y fusible.
3. Conexión a tierra externa.
4. Especificaciones Técnicas y del Fabricante.

La propuesta de Integración es la siguiente:

1. Colocar la unidad de electrocirugía en un lugar donde no interfiera las actividades del médico.
2. Verificar que los accesorios a utilizar estén en buen estado, de preferencia que los accesorios sean nuevos.
3. Verificar que el paciente no porte anillos, relojes, pulseras, cadenas o cualquier accesorio, de ser el caso retirarlos para evitar una quemadura al paciente. Recomendaciones de seguridad, usar guantes y cubre bocas para evitar el contacto directo con fluidos o vapores que se generen en el procedimiento de endoscopia.
4. Realizar la conexión de los accesorios con base en la técnica de electrocirugía que se va a utilizar, a si mismo revisar que los accesorios sean los recomendados para el equipo.
5. En el caso de técnica monopolar, conectar el electrodo neutral (placa) sobre el paciente, realizar la conexión donde el médico lo crea más conveniente, la zona que sea elegida debe estar con abundante gel para evitar alguna quemadura al paciente y reducir la impedancia de la piel.
6. Conecte el cable de alimentación sin perder de vista que debe ir puesto a tierra, se conecta a una toma regulada normalmente de color naranja la cual proporcionara protección al equipo y al paciente.
7. Encender el equipo y realizar pruebas al aire para verificar el funcionamiento de alarmas auditivas y visuales las cuales nos proporcionaran información acerca del modo de conexión y accesorios utilizados.

También se verificará el funcionamiento de los display's manipulando las funciones a su máxima y mínima potencia. Si se utilizara de forma manual, colocar los pedales cerca del médico para que pueda accionar el funcionamiento de la unidad de electrocirugía cuando él lo desee.

8. Programar la unidad de electrocirugía dependiendo del tipo de intervención que se vaya a realizar, quedara lista para utilizar corte, coagulación o algún tipo de corriente mezclada.

9. Por último se introduce la pinza por el canal de trabajo del endoscopio, el cual nos llevara hasta la zona que se pretende cortar o coagular.

Cabe mencionar que ya sea un procedimiento endoscópico de diagnóstico o terapéutico es conveniente contar en todo momento con un especialista del equipo (Ingeniero Biomédico), esto ayudara al desempeño óptimo del estudio así como también garantizara que el equipo esté funcionando correctamente.

Se recomienda realizar pausas en la utilización de la unidad de electrocirugía, para evitar aumentos de temperatura y con esto dañar y quemar las puntas de los electrodos. El médico hará uso del equipo cuando él lo crea conveniente.

En la endoscopia el corte o la coagulación es proporcionada a través de una pinza, la cual en la punta tiene un asa, que permite sujetar cualquier objeto que se presente en alguna cavidad y con la ayuda de la corriente eléctrica generada por la unidad electroquirúrgica poder cortarlo o quemarlo.

Las siguientes figuras ilustran la forma en que se utilizan estas pinzas en endoscopia.

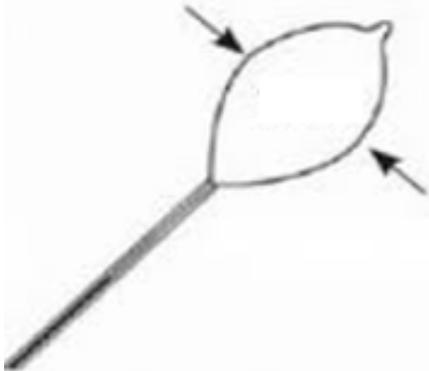


Figura 55. Pinza con asa.

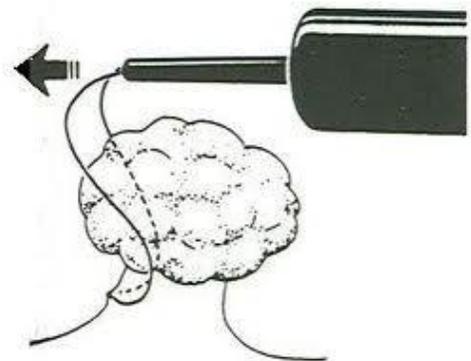
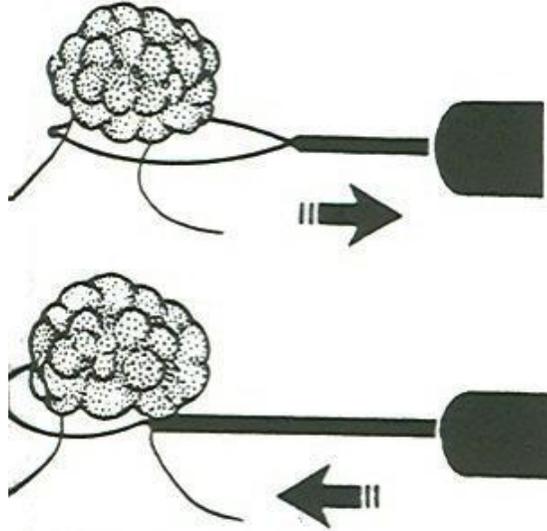


Figura 56. Colocación de la pinza.

Fuente: Imágenes Gastrointestinales/Pinzas de Biopsia.



*Figura 57. Modo para sujetar un cuerpo extraño.
Fuente: Imágenes Gastrointestinales/Pinzas de Biopsia.*

Como cualquier procedimiento médico implica un riesgo, el riesgo también depende de varios factores. Las intervenciones más complicadas o más largas y cuando se realizan en pacientes muy ancianos o con enfermedades debilitantes o problemas cardio respiratorios tienen más riesgo.

Sin embargo, en su conjunto, las complicaciones son muy poco frecuentes y siempre menores que las que presenta la cirugía necesaria para resolver los mismos problemas. De forma escueta pueden citarse los siguientes riesgos: molestia o dolor abdominal al terminar la exploración, sangrado y perforación intestinal.

Como complicación grave, aunque absolutamente excepcional, está la parada cardio respiratoria, que suele tener más relación con el mal estado del paciente y con la anestesia que con la propia intervención endoscópica.

Por último ya que se da por terminado el procedimiento, es necesario dar un mantenimiento al equipo médico utilizado, a si como también realizar pruebas de inspección y funcionamiento, con el objetivo de garantizar que el equipo se encuentra en óptimas condiciones para ser utilizado en otro procedimiento.

4.4 MANTENIMIENTO DEL EQUIPO MEDICO.

Comenzaremos con el mantenimiento que sería conveniente aplicar a la unidad de Electrocirugía, este procedimiento involucra realizar pruebas de inspección y funcionamiento, las cuales serán indispensables realizar periódicamente para poder conservar en un estado optimo el equipo médico.

Para el endoscopio serán también realizadas pruebas de inspección y funcionamiento, sin embargo como el equipo entra directamente al cuerpo, después de cada procedimiento se realiza una rutina de limpieza y desinfección principalmente para evitar un contagio de un paciente a otro y garantizar una asepsia total en el equipo y en el paciente.

4.4.1 Mantenimiento de la Unidad de Electrocirugía.

La Unidad de Electrocirugía también es expuesta a mantenimientos preventivos y correctivos así como revisiones periódicas de inspección siempre con el objetivo de conservar en excelente estado el equipo médico y garantizar un rendimiento óptimo.

El mantenimiento preventivo se define como el conjunto de acciones técnicas administrativas que se realizan para el cuidado e inspección sistemática de un equipo o instrumento con el propósito de mantenerlo en buen estado de funcionamiento, evitar y detectar fallas menores antes que estas se conviertan en mayores.

Para la Unidad de Electrocirugía existe una rutina en donde se realizan distintas pruebas que arrojaran datos los cuales nos informaran el estado del equipo, con base en esta información se puede determinar si el equipo está funcionando bien o necesita alguna corrección la cual podría ser una simple configuración de equipo o bien algo más complejo como hacer el cambio de alguna parte del equipo, esta acción se le conoce como mantenimiento correctivo.

La rutina de mantenimiento preventivo para la Unidad de Electrocirugía consiste principalmente en tres pruebas las cuales se describen a continuación:

1. Revisión detallada de condiciones físicas y de funcionamiento de la Unidad.

Evaluación de rendimiento	Resultado	Observaciones
El equipo y sus accesorios se encuentran limpios y descontaminados.	Paso / No Paso / NA	
El chasis no presenta daños y se encuentra en condiciones.	Paso / No Paso / NA	
Las etiquetas son legibles y se encuentran en estado.	Paso / No Paso / NA	
Display, botones y pulsadores no presentan daños y se encuentran funcionales.	Paso / No Paso / NA	
El cable de alimentación es el original y no presenta daños.	Paso / No Paso / NA	
Los accesorios no presentan daños y están en condiciones.	Paso / No Paso / NA	

*Tabla 3. Inspección de las condiciones físicas del equipo.
Fuente: Portal Biomédico/Electrobisturí.*

2. Pruebas de seguridad Eléctrica.

- Verificar con un Analizador De Seguridad Eléctrica que el equipo cumple con la norma de seguridad eléctrica correspondiente (Por ejemplo la norma IEC 60601).

El analizador realiza las pruebas midiendo la salida de la unidad electroquirúrgica frente a cargas de prueba fijadas y ajustadas en el analizador. El analizador puede ejecutar automáticamente una prueba de distribución de potencia con una resistencia de carga cuyos valores oscilan entre 10 ohmios a 5200 ohmios.

El analizador mide automáticamente el factor de cresta con un ancho de banda de 2,5 MHz (con cargas), garantizando que el resultado de la prueba sea fiable y reproducible.

Los resultados de las pruebas mostrados en la pantalla LCD del analizador pueden imprimirse directamente, o transferirse a un PC, por medio del software complementario de automatización de pruebas Ansur QA-ES. El software complementario Ansur QA-ES le permite diseñar protocolos de prueba, controlar remotamente el analizador y almacenar los resultados de la prueba.

3. Evaluación de rendimiento.

- Inspección del electrodo de retorno utilizable.
- Sistema de monitoreo del Electrodo de retorno (REM).
- Operación de la Pedalera.
- Potencia de Salida.
- Alarmas.

Evaluación de rendimiento		Resultado	Observaciones
Inspección del electrodo de retorno reutilizable		Paso / No Paso / NA	
Sistema de monitoreo del electrodo de retorno (REM)		Paso / No Paso / NA	
Operación de la pedalera		Paso / No Paso / NA	
Potencia de salida	± 15 %	Paso / No Paso / NA	
Alarmas		Paso / No Paso / NA	
Otras pruebas especificadas por el fabricante		Paso / No Paso / NA	

*Tabla 4. Resumen de Puntos a evaluar.
Fuente: Portal Biomédico/Electrobisturí.*

Modo de uso	Potencia (W)		Límites (±15 %)		Resultado		
	% del máximo	Seteo (W)	Inferior (W)	Superior (W)	Lectura (W)	Paso	No Paso
Monopolar	100 %	300	225	345			
	75 %	225	191,3	258,8			
	50 %	150	127,5	172,5			
	25 %	75	63,8	86,5			
Coagulación	100 %	120	102	138			
	75 %	90	76,5	103,5			
	50 %	60	51	69			
	25 %	30	25,5	34,5			

*Tabla 5. Prueba de potencia de salida para el modo de electrocirugía monopolar.
Fuente: Portal Biomédico/Electrobisturí.*

Modo de uso	Potencia (W)		Límites ($\pm 15\%$)		Resultado		
	% del máximo	Seteo (W)	Inferior (W)	Superior (W)	Lectura (W)	Paso	No Paso
Bipolar Corte	100 %	50	42,5	57,5			
	75 %	37,5	31,9	43,1			
	50 %	25	21,3	28,8			
	25 %	12,5	10,6	14,4			
Coagulación	100 %	50	42,5	57,5			
	75 %	37,5	31,9	43,1			
	50 %	25	21,3	28,8			
	25 %	12,5	10,6	14,4			

*Tabla 6. Prueba de potencia de salida para el modo de electrocirugía bipolar.
Fuente: Portal Biomédico/Electrobisturí.*

El instrumental requerido para realizar el mantenimiento preventivo del electrobisturí son un analizador de seguridad eléctrica y un analizador de electrobisturí.



*Figura 15. Analizador de Seguridad Eléctrica.
Fuente: Imágenes Equipo de Seguridad Eléctrica.*



*Figura 16. Analizador de Electrobisturí.
Fuente: Imágenes Equipo de Seguridad Eléctrica.*

El calendario de mantenimientos preventivos será diseñado y en común acuerdo entre el proveedor del equipo y el propietario de la unidad de electrocirugía, sin embargo se recomienda que se realice el mantenimiento preventivo mínimo 1 vez al año.

4.4.2 Mantenimiento de la Unidad de Endoscopia.

En el ámbito hospitalario cualquier equipo médico que sea utilizado directamente en un paciente, debe ser expuesto a protocolos de limpieza y desinfección con el objetivo de evitar algún contagio de un paciente a otro o por factores externos al área de trabajo (quirófanos y áreas críticas).

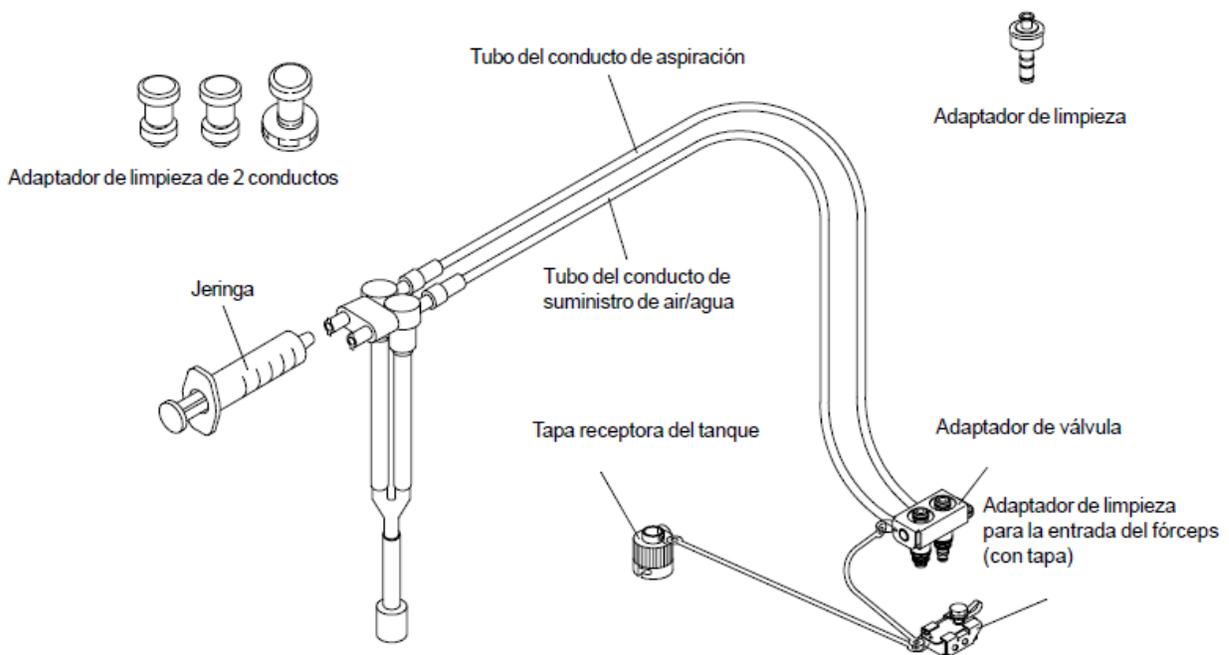
El endoscopio por ser un equipo médico que ingresa directamente al cuerpo humano, siempre debe de estar completamente esterilizado y libre de cualquier factor que pueda dañar al paciente.

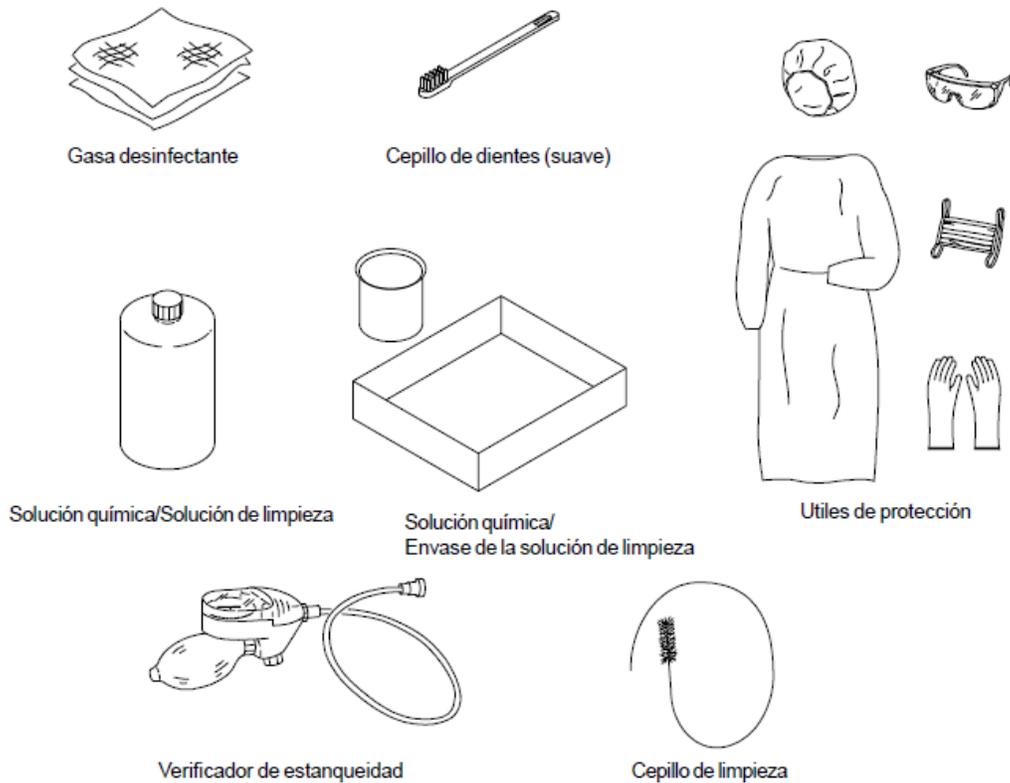
En endoscopia existe una rutina de limpieza y desinfección que se realiza después de haber concluido el procedimiento, esta rutina debe ser realizada con mucha precaución y siguiendo las medidas de seguridad recomendadas para evitar daños al equipo y su funcionamiento pueda ser óptimo.

Sin embargo se deben de tener en cuenta que los utensilios de limpieza son de suma importancia para llevar a cabo el lavado del equipo, sobre todo en casos donde el endoscopio fue utilizado en pacientes que ingresaron al procedimiento con enfermedades de gravedad como VIH y hepatitis C, en estos casos la limpieza y desinfección se realiza de la misma manera pero se manejan tiempos de esterilización más largos.

Para realizar la limpieza y desinfección del equipo es necesario contar con los siguientes accesorios:

- Adaptador de Limpieza.
- Cepillo de Limpieza.
- Probador de fugas (Verificador de estanqueidad).
- Jabón enzimático.
- Solución Química (Cydex Opa).
- Gasas.
- Cepillo dental (suave).
- Útiles de protección: Gafas, guantes, ropa de protección.





*Figura 26. Accesorios de Limpieza y desinfección del equipo de endoscopia.
Fuente: Manual de Limpieza y desinfección de equipo de endoscopia FUJINON.*

Rutina de Limpieza y desinfección.

1. Limpieza del endoscopio al término del procedimiento. Deslizar una gasa con alcohol por todo el tubo flexible y posteriormente succionar (válvula roja) agua de un recipiente esto con el objetivo de sacar residuos que puedan quedar dentro del equipo. Apagar el equipo y retirar el endoscopio.

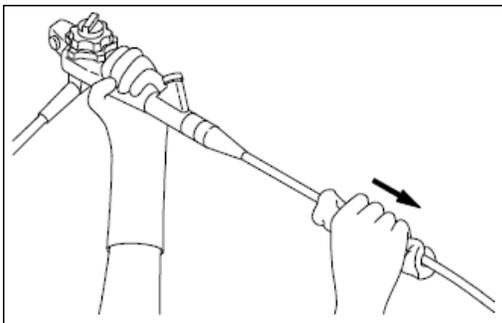


Figura 27. Limpieza con gasa.

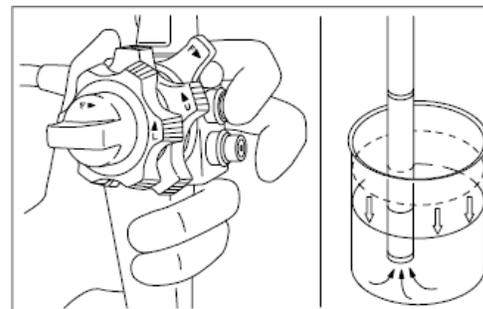


Figura 28. Succión de Agua.

Fuente: Manual de Limpieza y desinfección de equipo de endoscopia FUJINON.

- Colocar tapón de seguridad en conector electrónico y proceder a realizar prueba de fugas. Si el equipo presenta fuga reportar el equipo al Depto. de Ingeniería Biomédica, de no ser el caso, proceder con la limpieza del equipo.

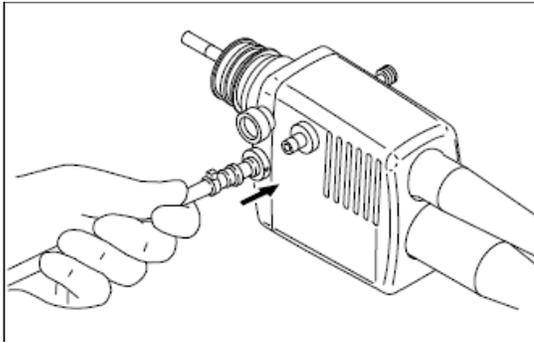


Figura 29. Conexión de Probador de Fugas.

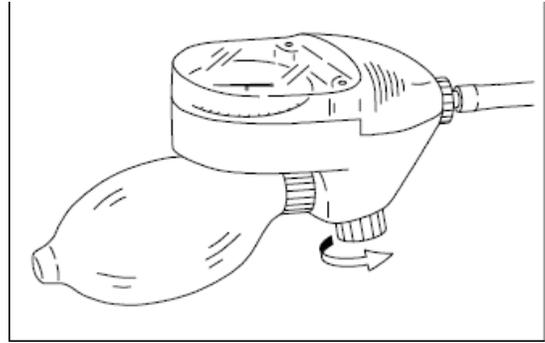


Figura 30. Probador de Fugas.

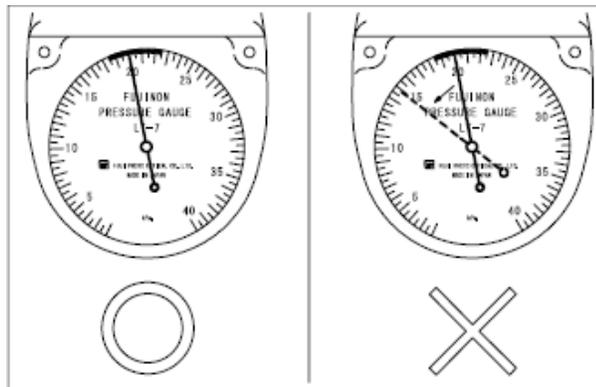


Figura 31. Prueba de Estanqueidad.

Fuente: Manual de Limpieza y desinfección de equipo de endoscopia FUJINON.

- Introducir el endoscopio en una tarja con agua y jabón quirúrgico, quitar válvulas y tapón de canal de trabajo, colocar el dispositivo de limpieza (mangueras) e inyectar aproximadamente 15 a 20 veces. Introducir el cepillo de limpieza por el canal de trabajo con el objetivo de tallar tuberías. Cepillar válvulas y punta distal. Enjuagar el equipo con agua y quitar sobrante de jabón.

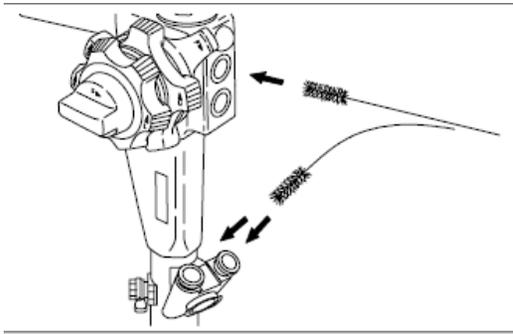


Figura 32. Cepillado de Endoscopio.

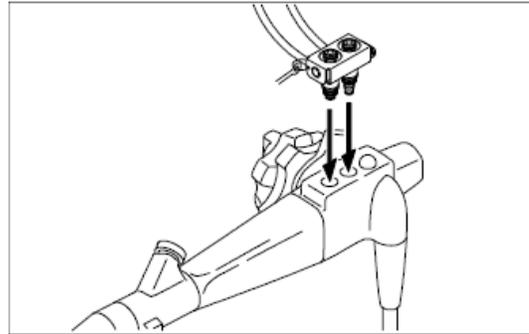


Figura 33 .Dispositivo de Limpieza.

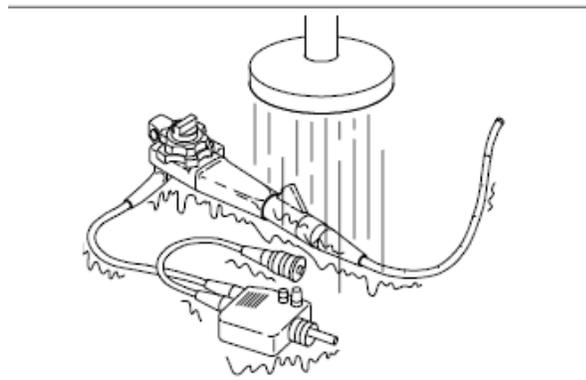


Figura 34. Enjuague de Endoscopio.

Fuente: Manual de Limpieza y desinfección de equipo de endoscopia FUJINON.

4. Introducir el equipo en una tarja con desinfectante (Cidex Opa) máximo 5 minutos. Retirar y enjuagar el equipo.

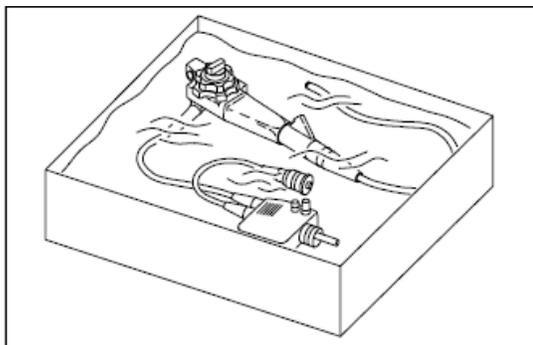


Figura 35. Tarja con Solución química.

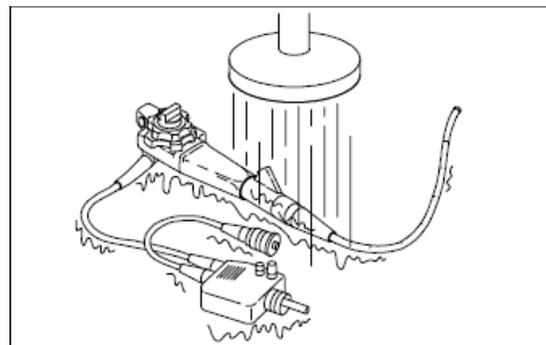


Figura 36. Enjuague de Endoscopio.

Fuente: Manual de Limpieza y desinfección de equipo de endoscopia FUJINON.

5. Introducir el equipo en una tarja con agua, colocar el dispositivo de limpieza e inyectar agua para quitar sobrantes de cidex o jabón según sea el caso.

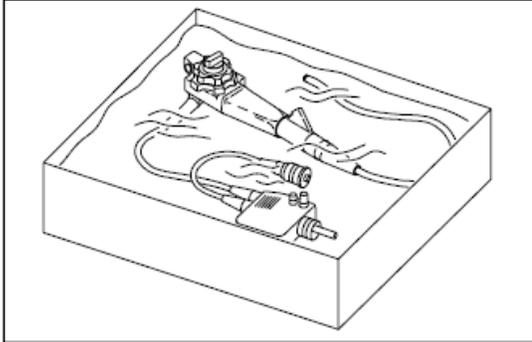


Figura 37. Tarja con Agua.

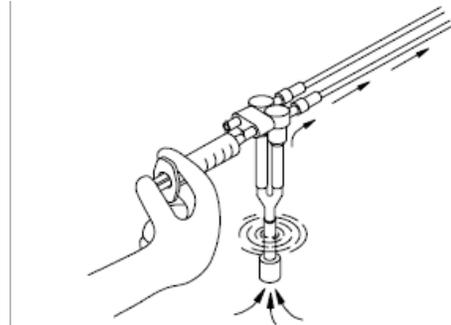


Figura 38. Inyección de agua.

Fuente: Manual de Limpieza y desinfección de equipo de endoscopia FUJINON.

6. Aspirar el equipo, esto con el objetivo de que no se produzca humedad en el equipo y evitar que pueda tener una falla eléctrica la cámara (CCD).

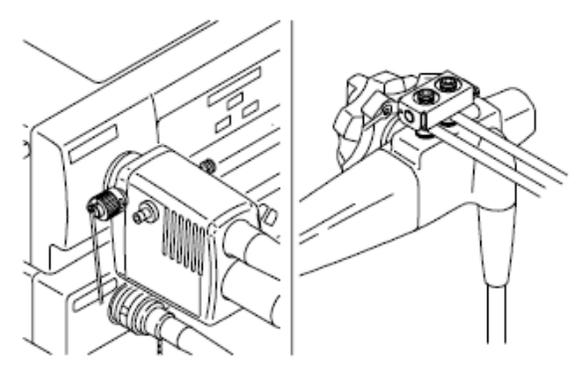


Figura 39. Conexión a Fuente de Luz.

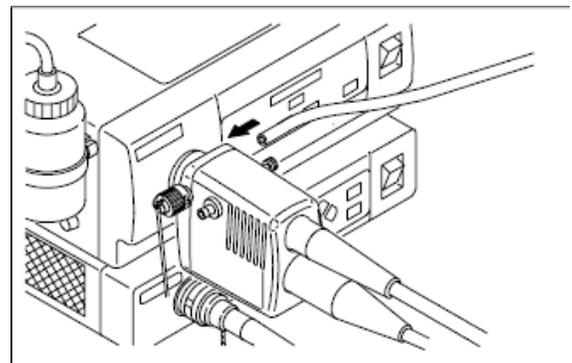


Figura 40. Conexión a toma de Succión.

Fuente: Manual de Limpieza y desinfección de equipo de endoscopia FUJINON.

7. Por último colocar válvulas y tapón de canal de trabajo en el equipo y una vez que se compruebe que el equipo está seco colocarlo en su soporte para evitar malformaciones y colapsos en el tubo flexible.

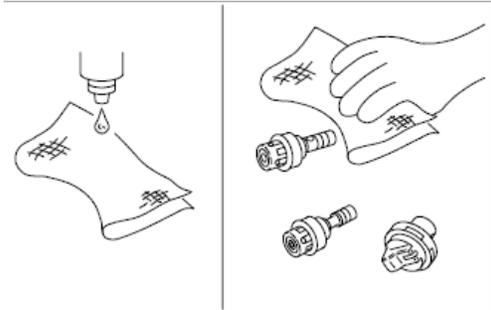


Figura 41. Secado y limpieza de Válvulas.

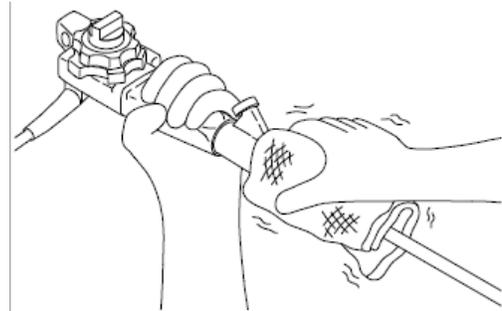


Figura 42. Secado de endoscopio.

Mantenimiento Preventivo y Correctivo.

Para preservar en buen estado y garantizar el desempeño del equipo de endoscopia, es necesario que se le realice periódicamente mantenimientos preventivos, si el equipo presenta una falla mayor se procede a realizar un mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos se debe considerar un proceso, el cual tiene como objetivo principal mantener en buen estado de funcionamiento los equipos o instrumentos. La aplicación del mantenimiento preventivo permite que los equipos puedan ser usados de manera permanente o cuando sea requerido su uso para un procedimiento específico eliminando los posibles riesgos de paralización prolongada o paralización total de la producción generando altos costos.

El programa de mantenimiento preventivo se basa en la ejecución periódica de actividades tales como inspecciones semanales, diarias, cambio de accesorios, repuestos, componentes o algún otro tipo de elemento que permita que el equipo funcione eficientemente. En endoscopia el mantenimiento preventivo consta de realizar las siguientes acciones tanto a endoscopio como a video procesador y fuente de luz.

- Prueba de fugas.
- Verificación de angulaciones (según el tipo de endoscopio).
- Pruebas de succión e irrigación.
- Verificación de funciones de control de mando (Perillas y botones electrónicos).
- Pruebas de Imagen.
- Funciones de Vídeo procesador y fuente de luz.
- Limpieza y desatasco de tuberías.
- Estado físico de tubo de inserción y tubo electrónico (Desgaste, Cortes o mordeduras, etc.).
- Limpieza de lentes objetivo.

Normalmente el mantenimiento se recomienda cada 6 meses y si el equipo es expuesto a muchos estudios diariamente se recomienda realizar este mantenimiento cada 4 meses. La utilización del equipo varía en cada hospital, es más utilizado en hospitales de gran magnitud como los del IMSS, ISSSTE y SS. Sin embargo este tipo de servicios son contemplados directamente al momento de adquirir el equipo.

Cuando el equipo sufre una falla mayor se procede a realizar un mantenimiento correctivo. El mantenimiento correctivo de los equipos biomédicos se debe considerar un proceso, el cual tiene como objetivo principal restablecer de una eficiente todos los parámetros iniciales de funcionamiento de los equipos médicos, este proceso tiene actividades técnico administrativos las cuales deben garantizar de manera oportuna las herramientas, instrumentos, repuestos y accesorios a fin de desarrollarlo en el plazo determinado.

Existen dos tipos de mantenimiento correctivo, el primero es el mantenimiento correctivo imprevisto no programado, el cual sucede cuando no se han tomado las medidas de prevención pertinentes o por alguna causa fuera de lo normalmente predecible. El mantenimiento correctivo programado es aquella actividad que previamente se ha planificado ejecutarla.

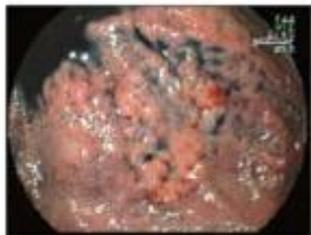
Los casos más comunes de mantenimiento correctivo en endoscopia son:

- Equipo tapado (cambio de tuberías).
- Imagen borrosa (Equipo con fuga y probable existencia de humedad).
- Mala calidad de Imagen/Equipo sin imagen. (Cambio de videocámara).
- Desgaste o corte en tubo de inserción.
- Conector electrónico dañado (Sin imagen).
- Video procesador Dañado (Cambio de Tarjeta).
- Lentes Objetivo rotos o rayado (Probable fuga).
- Protector de punta distal CAP estrellado.

En la mayoría de los casos el equipo es dañado por utilizarse de manera incorrecta y no llevar a cabo las medidas de seguridad indicadas para su limpieza y desinfección y uso en el procedimiento. Este tipo de problemas son muy costosos para el propietario del equipo, por lo que se recomienda tener personal especializado para el uso del equipo.

CAPITULO III

EVALUACION: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE INTEGRACION DEL ELECTROBISTURI AL ENDOSCOPIO.



5.- INTRODUCCION.

El desarrollo de este capítulo se realizara con información muy general de cada uno de los casos que presenta la interacción de estos dos equipos médicos con fines terapéuticos.

Esta información fue adquirida con base en los procedimientos en los cuales se pudo tener participación y fue permitida la aplicación de la propuesta de integración de estos dos equipos.

Para facilitar la comprensión de dichos términos que se manejaran en este capítulo, partiremos principalmente por revisar las definiciones de cada procedimiento endoscópico con el objetivo de que se entienda de manera clara las aplicaciones en casos reales de la propuesta de integración.

5.1 APLICACIONES DEL ELECTROBISTURI EN LA ENDOSCOPIA TERAPEUTICA.

La endoscopia terapéutica es un conjunto de técnicas endoscópicas en las que se realizan maniobras que permiten curar algunas lesiones de forma definitiva o bien paliar otras para mejorar la calidad de vida y el pronóstico del paciente.

La utilidad de la endoscopia terapéutica es amplia. Con ella se pueden realizar procedimientos que en años anteriores precisaban de una intervención quirúrgica, disminuyendo los riesgos, las molestias y el tiempo de permanencia del paciente en el hospital.

5.2 POLIPECTOMÍA.

El desarrollo y rápida difusión de la polipectomía endoscópica ha contribuido en forma decisiva a un mejor conocimiento de la histogénesis del cáncer. Actualmente es el método de elección en el manejo de los pólipos del tracto digestivo.

Esta técnica consiste en realizar la extracción endoscópica de pólipos de la mucosa o submucosa identificados en la luz del tubo digestivo por medio de la electrocirugía,

utilizando corriente directa en forma monopolar, con equipo que ofrezca posibilidades de utilizar frecuencias de corte y coagulación.

Un Pólipo, en medicina, es considerado un tumor pediculado o excrecencia blanda que en ocasiones llega a ser dura y de aspecto carnosos y nace en las membranas mucosas como la de la nariz, garganta y matriz.

Se utilizan un endoscopio (colonoscopio, broncoscopio, gastroscopio o enteroscopio) según sea el caso, asa de polipectomía, pinza caliente, unidad electroquirúrgica, catéter de inyección, lazos y clips.

La unidad electroquirúrgica funciona en forma monopolar o bipolar, generalmente se utiliza la corriente monopolar. En el modo monopolar se usa un electrodo activo y un electrodo de retorno colocado sobre la piel del paciente, con lo cual se cierra el circuito eléctrico.

Los electrodos monopolares suelen ser los más idóneos para la biopsia o la polipectomía caliente. Los electrodos bipolares utilizan dos electrodos activos con una pequeña cantidad de tejido a su alrededor.

Un punto importante para tener en cuenta se relaciona con la cantidad de tejido englobado con el asa de polipectomía; a menor tejido englobado, mayor la densidad de la corriente en ese sitio, con lo que la base y la pared intestinal apenas se calientan, con la mayor producción de calor en la parte más estrecha del asa cerrada en el tallo del pólipo.

La polipectomía en la mayoría de los casos es necesario realizarla porque la remoción endoscópica de los pólipos evita su eventual crecimiento descontrolado que, en el caso de los llamados adenomas puede ser el origen de cáncer digestivo (gástrico o colónico).

La detección y remoción endoscópica de pólipos digestivos ha modificado la incidencia del cáncer avanzado de manera que bien puede verse como una medida profiláctica frente al cáncer gástrico o colónico.

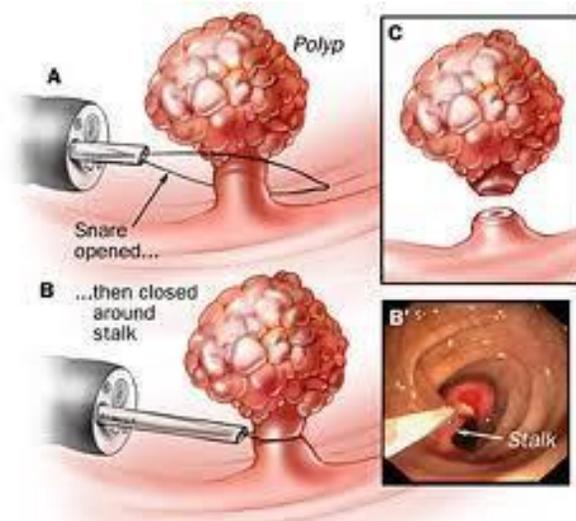


Figura 58. Secuencia de una Polipectomía
Fuente: Imágenes Polipectomía.

5.2.1 Requerimientos y complicaciones.

Dependiendo del sitio donde se encuentre ubicado el pólipo. Si está ubicado en el esófago, estómago o duodeno la preparación en un ayuno mínimo de 8 horas (los pacientes hipertensos deben haber tomado los medicamentos por lo menos dos horas antes del procedimiento).

Si está ubicado en el colon se debe realizar una preparación colónica especial (igual a la realizada para colonoscopia) con dieta líquida el día anterior y la toma de unos laxantes de acuerdo con la edad y estado general del paciente.

El paciente sometido a polipectomía endoscópica debe permanecer en reposo relativo, por una semana, sin hacer ejercicios violentos, ni caminar largas distancias, ni correr, ni levantar pesos. Seguirá una dieta no muy especial, comenzando a ingerir alimentos con lentitud.

Regresará a su actividad habitual, pero si tiene antecedentes de 4 a 10 pólipos resecados, ha de estar vigilante y repetir las exploraciones a los 6 meses y al año, dependiendo del tamaño y tipo de la lesión resecada.

Las complicaciones de este procedimiento pueden ser varias:

- Sangrado post-polipectomía: Puede ser de dos tipos: inmediato y tardío. El inmediato ocurre por falta de coagulación de los vasos del pedículo y se presenta en cerca del 1% de los casos. El sangrado tardío se presenta hasta dos semanas después del procedimiento, su frecuencia global es de hasta 2%, y la causa suele ser la quemadura con profundidad que erosiona vasos submucosos, los cuales se exponen al caer la escara
- Síndrome post-polipectomía o quemadura transmural: Menos frecuente que los anteriores, se presenta unas 12 a 24 horas, por lo general después de una polipectomía difícil o prolongada.
- Perforación y peritonitis: Es la complicación menos frecuente pero tiene mucha mayor mortalidad. Ocurre sobre todo después de extirpar lesiones sésiles grandes, más aún si son submucosas y si están localizadas en el colon derecho que tiene la pared más delgada.

5.2.2 Extracción de cuerpos extraños.

La presencia de un cuerpo extraño en el tubo digestivo, por lo general requiere de una valoración del paciente en el servicio de urgencias de un hospital por lo que debe estar preparado para atender este tipo de situación.

Este procedimiento es integrado como parte de la endoscopia terapéutica ya que requiere de cierto procedimiento que normalmente no puede ser resuelto con una simple valoración del tubo digestivo, son pocos los casos que requieren la utilización del electrobisturí, pero por su complejidad es contemplado como procedimiento endoscópico terapéutico.

Los médicos de primer contacto que reciben estos pacientes, deben referirlos a centros hospitalarios de alta especialidad que cuenten con personal y recursos, así como con la experiencia en el manejo de estos casos.

Los cuerpos extraños pueden alojarse dentro del tubo digestivo y dependiendo de su localización, ya sea en tubo digestivo alto o bajo requiere de una norma de conducta a seguir, tanto diagnóstica como terapéutica.



Figura 59. Extracción de cuerpos extraños en el estomago: Tapa rosca, cepillo de dientes y ficha de domino. Fuente: Imágenes Endoscópicas.

5.3 TECNICAS HEMOSTATICAS.

Hemostasia o hemostasis es el conjunto de mecanismos aptos para detener los procesos hemorrágicos, en otras palabras, es la capacidad que tiene un organismo de hacer que la sangre en estado líquido permanezca en los vasos sanguíneos.

La hemostasia permite que la sangre circule libremente por los vasos y cuando una de estas estructuras se ve dañada, permite la formación de coágulos para detener la hemorragia, posteriormente reparar el daño y finalmente disolver el coágulo.

Con las nuevas técnicas de terapia endoscópica, se puede conseguir la hemostasia en el 90% de los pacientes. Esta técnica se ha aplicado a todo tipo de lesiones del tracto gastrointestinal, sin embargo, el tratamiento urgente deberá ser reservado para pacientes de alto riesgo de persistencia del sangrado.

Principalmente esta técnica sirve para cohibir hemorragias del tubo digestivo, inyectando sustancias, electro coagulando o colocando dispositivos especiales que cierran el punto de sangrado.

En el 20% de los casos, la endoscopia terapéutica no logra la hemostasia permanente, siendo la causa más frecuente de fracaso terapéutico el acceso inadecuado a la lesión.

Entre las técnicas hemostáticas endoscópicas se encuentran: a) Métodos tópicos (tejidos en forma gomosa, factores de coagulación, taponamiento ferro magnético y colágeno), son aun métodos experimentales, b) Métodos mecánicos (clips y balones). Con los hemoclips se puede conseguir una hemostasia inicial en el 90% de los casos, c) Métodos de inyección.

La hemostasia se consigue por desnaturalización de las proteínas y contracción del colágeno que provoca obliteración de la arteria. Se clasifican en métodos de contacto (electrocoagulación monopolar y bipolar, sondas térmicas) y métodos sin contacto (fotocoagulación con láser: Argón, Nd: YAG). Actualmente no se conoce información suficiente sobre que técnica es la más efectiva en conseguir la hemostasia durante el tratamiento endoscópico.

La mayoría de los autores, sostienen que el tratamiento de elección sería la inyección de adrenalina y polidocanol aunque no se ha demostrado diferencias de eficacia con la electrocoagulación bipolar y sonda térmica.

En la endoscopia el caso más común se produce en la polipectomía, como ya fue mencionado se puede definir como hemorragia inmediata la que ocurre durante el proceso endoscópico y la hemorragia tardía la que ocurre durante los siguientes 14 días.

Ambas suelen suceder por aplicar la técnica de corte o coagulación con la unidad electroquirúrgica en forma incorrecta, en la mayoría de los casos existen complicaciones por la falta de experiencia del médico.

También esta técnica es muy utilizada para el tratamiento de: Ulceras gástricas, Cáncer gástrico, Esofagitis por reflujo, Gastropatía, entre otras.



*Figura 60. Ulcera del bulbo duodenal.
Fuente: <http://www.google.com.mx> Imágenes Endoscópicas.*



*Figura 61. Coagulación de los vasos sanguíneos.
Fuente: imágenes Endoscópicas.*

5.3.1 Tratamiento de Hemorroides.

Las hemorroides son várices o inflamaciones de las venas en el recto y el ano, también se les conoce con el nombre de almorranas. Anatómicamente son plexos, cojinetes o almohadillas de tejido sub-mucoso donde están contenidas las vénulas y arteriolas superficiales del conducto anal.

A menudo, las inflamaciones de las hemorroides son consecuencia del esfuerzo para evacuar el intestino, aunque pueden ser causadas por otros factores como el embarazo, el envejecimiento y el estreñimiento crónico o la diarrea.

El principal síntoma de las hemorroides es dolor alrededor del ano y sangre roja brillante en las heces, en el papel higiénico o en el inodoro. Otras causas de sangrado anal o rectal incluyen un cáncer anal.

El tratamiento suele incluir baños tibios y cremas locales. Las hemorroides complicadas pueden requerir cirugía y otros tratamientos. La cirugía puede ser practicada por médicos especialistas en coloproctología.

Las molestias más comunes que causan las hemorroides son fáciles de sentir: sensación de ardor en el recto, comezón, humedad anal constante, dolor, sangrado al evacuar (aunque no siempre sangra), manchado de la ropa interior, y sensación de salida de alguna protuberancia por el recto.

No tan comunes y casi siempre cuándo hay prolapso mucoso rectal son mal olor, incontinencia gaseosa y en los casos más extremos puede presentarse incontinencia total. También cabe destacar que algunos pacientes sufren síntomas correspondientes a hemorroides de mayor grado que las que ellos padecen.

Hoy en día las técnicas han cambiado mucho. Existen analgésicos excelentes para el manejo de las molestias pre-examen y post-operatorias. El paciente debe ser atendido por un cirujano colorrectal, quien tiene los conocimientos más actualizados respecto a dichas enfermedades.

El tratamiento quirúrgico se debe realizar siempre que el mejoramiento de hábitos y tratamiento médico no sean suficientes o cuando ya existe inicio de las complicaciones y generalmente para hemorroides de tercero y cuarto grado o incluso las de segundo grado que no respondieron a otras alternativas no quirúrgicas de manejo.

La hemorroidectomía es la cirugía empleada para quitar las venas que se han hinchado o dilatado alrededor del ano. Para la intervención de hemorroides el paciente se puede someter a anestesia general o bien a una local (anestesia local o anestesia espinal) con sedación.

Las venas dilatadas (hemorroides) se quitan y se deja en la zona un paquete de gasas estériles para disminuir la hemorragia.

Existen varios tipos de procedimientos quirúrgicos para el tratamiento de las hemorroides, que son:

- 1) Técnica abierta: Cuando se realiza resección o extirpación de las hemorroides y se deja la herida abierta para permitir que cicatrice por segunda intención.
- 2) Técnica cerrada: Donde se retira el tejido hemorroidal y la mucosa del conducto anal afectada y los bordes de la herida se afrontan nuevamente para dejarla cerrada.

Otras técnicas son el empleo de engrapadoras, que se introducen por el ano y engrapan y cortan el tejido redundante, realizando una hemorroidopexia.

Actualmente existen muchos tratamientos para este tipo de padecimiento uno de los más novedoso consiste en la utilización de la unidad electroquirúrgica, que permite coagular o realizar técnicas de hemostasia en la partes dañadas.

5.3.2 Broncoscopia Terapéutica.

La broncoscopia terapéutica es un procedimiento médico que consiste en la aplicación de procedimientos por vía endoscópica para el tratamiento de diversas enfermedades del aparato respiratorio, principalmente en la tráquea y los bronquios principales.

Sin embargo, esta técnica se había abandonado por las enormes limitaciones en la realización del examen, el desconocimiento de las propiedades físicas de la electricidad aplicadas a los tejidos biológicos y por la disminución en la enseñanza de la broncoscopia rígida en los programas de neumología y cirugía torácica.

El resurgir de estos procedimientos se debe a las investigaciones de Jean Francois Dumon, padre de la Broncoscopia intervencionista y al desarrollo acelerado de la anestesia general.

La Broncoscopia terapéutica incluye gran variedad de procedimientos que pueden ser realizados a través del broncoscopio rígido o flexible. Solo la inserción y retiro de prótesis de silicona, el alto riesgo de hemoptisis y la obstrucción crítica de la vía aérea condicionan obligatoriamente el uso del broncoscopio rígido.

El campo actual en esta área, incluye diversas técnicas diagnósticas y terapéuticas complejas, muchas de ellas usadas en forma secuencial en el mismo procedimiento broncoscópico.

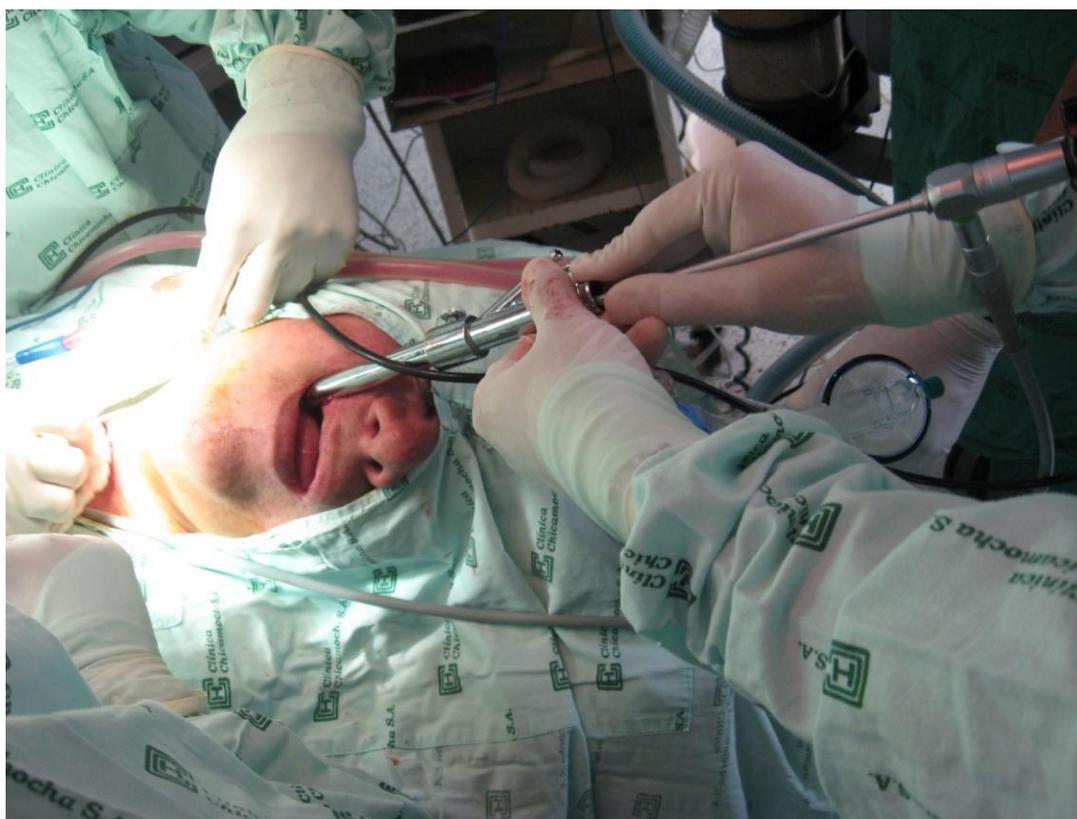
La electrocirugía endobronquial o electrocauterio es el uso de una corriente alterna de alta frecuencia, superior a un millón de ciclos por segundo para generar calor y lograr corte y vaporización de los tejidos. Puede usarse a través de ambos sistemas de Broncoscopia, de hecho, es deseable contar con electrodos para Broncoscopia rígida y flexible.

Los electrones fluyen a través del tejido sin ser absorbidos por este, se detienen y luego fluyen en dirección contraria regresando a tierra por el camino de menor resistencia, en ese proceso, su energía se disipa en el tejido y dependiendo de la intensidad de esta y

la proximidad del electrodo puede causar corte, coagulación o vaporización de los tejidos.

Es una técnica que no está exenta de complicaciones, pues se ha observado hemoptisis masiva, insuficiencia respiratoria, neumotórax, fuego en la vía aérea, lesión de la pared de la vía aérea y lesiones térmicas accidentales para el paciente y el operador.

Para evitar accidentes, se debe tener conocimiento apropiado de la física de la electricidad y los sistemas eléctricos. La electrocirugía endobronquial es una técnica segura, efectiva, con una penetración histológica predecible clínicamente y mucho menos costosa que el láser.



*Figura 62. Introducción del Broncoscopio en el paciente.
Fuente: Imágenes Endoscópicas/Broncoscopía*

Existen otros procedimientos como la Colangiopancreatografía retrograda endoscópica (CPRE), el tratamiento de obstrucciones benignas o malignas (esófago, estómago, duodeno y colon) y la Ecoendoscopia terapéutica, que también son considerados procedimientos endoscópicos terapéuticos por su gran complejidad al efectuarlos, sin embargo pocas veces es utilizada la unidad electroquirúrgica en estos procedimientos, es más común utilizar otro tipo de instrumentación endoscópica que ayude a resolver cada uno de estos casos.

5.4 RESULTADOS.

El concepto de endoscopia terapéutica puede abarcar muchos aspectos de Ingeniería y Medicina, sin embargo se logro describir ampliamente la interacción que tiene el electrobisturí con un endoscopio, principalmente con fines terapéuticos.

Cabe destacar que para que un procedimiento endoscópico pueda ser nombrado terapéutico no necesariamente debe de existir la relación de un endoscopio y un electrobisturí, en muchos casos el endoscopio interacciona con otro tipo de equipos como: Ultrasonidos, Rayos X, Instrumental endoscópico, entre otros.

Con base en la experiencia profesional adquirida desempeñando el puesto de Ingeniero de Servicio y Asistente Técnico Endoscopista, se logro obtener mayor información relacionada con el tema así como también la experiencia en la intervención de casos en vivo principalmente en instituciones de renombre del sector salud.

A continuación se presentan los siguientes casos de pacientes que necesitaron la realización de una endoscopia. Los procedimientos fueron aleatorios y los datos fueron tomados de acuerdo al caso que se presentaba sin importar si en algún momento tomaba el giro de procedimiento terapéutico o simplemente de diagnostico. Se realiza la siguiente tabla en la cual nos arroja datos los cuales fueron adquiridos de todos los procedimientos que se logro estar presente a lo largo de las actividades que realizaba como ingeniero de servicio en el área de Endoscopia.

Para un total de 27 procedimientos se obtuvo los siguientes resultados:

Procedimientos	Endoscopia Diagnostica	Endoscopia Terapéutica	Integración del electrobisturí	Procedimientos realizados satisfactoriamente
Gastroscofia	10	0	0	8 *
Colonoscopia	8	5	5	12 **
Broncoscopia	2	0	0	2
Duodenoscopia	2	0	0	2

Tabla 10. Total de procedimientos asistidos.

* Para un total de 10 procedimientos gastroscopicos, únicamente se realizaron 8 satisfactoriamente ya que un paciente presentaba problemas de hipertensión y taquicardia antes del procedimiento, el siguiente caso no iba preparada adecuadamente para la realización del estudio (no llevo a cabo la dieta sugerida). Con base en los protocolos para este estudio no se puede realizar el procedimiento en estos casos, por lo tanto se programa una nueva cita para realizar el procedimiento.

** Para un total de 13 procedimientos se realizaron 12 satisfactoriamente, se realizó una polipectomía al momento de cortar el pólipo produjo sangrado y esto ocasiono que tuviera una complicación en el procedimiento la cual fue resuelta posteriormente cauterizando la herida producida.

Siguiendo los protocolos y medidas de seguridad indicadas para el uso de estos equipos médicos, se logro tener un 88% de procedimientos realizados satisfactoriamente, lo que representa un dato de gran relevancia para la medicina ya que se producen menos errores, aumenta la efectividad en el procedimiento y el médico puede dar un diagnostico más acertado.

Realizando una encuesta informal con Médicos adscritos y Residentes, se llego a la conclusión de que gran parte de las complicaciones que pueden existir en un procedimiento endoscópico es por inexperiencia del médico, del personal de enfermeras o bien del responsable del equipo médico a utilizar, que en este caso vendría siendo el Ingeniero o el Técnico Radiólogo según sea el caso.

Es complicado que para cada procedimiento se encuentre todo este personal en la sala, por lo que se propone que si no llegara a estar un ingeniero presente al menos pudiera estar un técnico endoscopista el cual conozca el funcionamiento del equipo y pueda resolver un problema de menor gravedad.

Otro punto de vista que se menciona en dicha encuesta fue que sería conveniente tener un equipo que realizara las dos funciones, sin embargo las condiciones técnicas de ambos equipos no permiten dicha fusión, a continuación se presentan los principales factores que limitarían la creación de dicho equipo.

Para futuros prototipos de esta fusión de equipos sería conveniente revisar los siguientes factores que son los más importantes y limitan la creación de este equipo.

- Conducción de guías de luz por medio de Fibra Óptica.

Para tener una imagen, se requiere que el objeto a observar se encuentre iluminado, sin embargo los órganos corporales no cuentan con esa iluminación propia por lo que requieren de una fuente externa que los ilumine.

Esta iluminación es proporcionada desde una fuente de luz externa la cual puede preceder de una lámpara de xenón de 300 [watts] a la cual ira conectada el endoscopio y enviara el rayo luminoso el cual será transportado por guías de luz de fibra óptica. Estas guías no transmitirán imágenes únicamente transportaran luz, por lo que no requerirán un ordenamiento (coherencia) y estarán dispuestas al azar.

Las fibras ópticas son tan gruesas como lo sea posible, sin perder el punto de vista de la flexibilidad. Actualmente tienen un diámetro de 30 micras de diámetro. Sin embargo la fibra óptica es un material bastante delicado y muy costoso, por lo que aquí abunda el primer problema que se tendría al desarrollar un endoscopio que pudiera tener las funciones de un electro bisturí.

El electrobisturí trabaja con frecuencias desde los 300 [kHz] hasta los 3.3 [MHz], el flujo de esta frecuencia sobre alguna guía conductora (pinza) producirá una corriente eléctrica la cual producirá un calentamiento excesivo en el equipo, este calentamiento

destruiría por completo las guías de luz o bien las dañaría y por lo tanto no habría una correcta iluminación.

El equipo al reportarse esta falla requeriría un cambio de guías de luz, este servicio sería tomado como mantenimiento correctivo el cual generaría un costo muy elevado para el usuario y le sería complicado estar solventando este gasto frecuentemente.

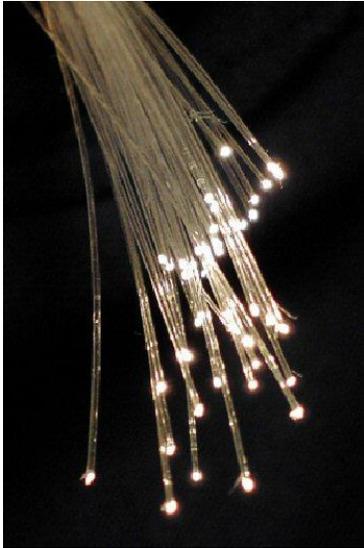


Figura 62. Fibra Óptica

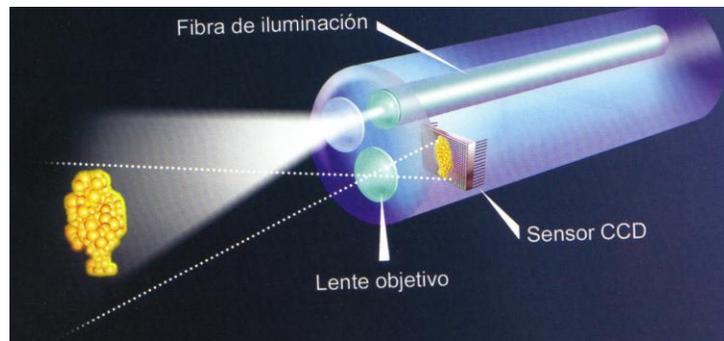


Figura 63. Conducción de Luz en el Endoscopio

Fuente: Procedimientos Endoscópicos en Gastroenterología. Ed. Panamericana.

- Videocámara o CCD (Dispositivo de cargas eléctricas interconectadas).

El sistema de captura que permitirá el transporte de imágenes en tiempo real está compuesto por un dispositivo opto electrónico integrado por un lente objetivo y un sensor de iluminación (CCD), este contiene una superficie sensitiva sobre la cual el lente objetivo forma la imagen de la cavidad observada. Un procesador de imagen eléctricamente conectado al sensor CCD transmite la información de la imagen como señal eléctrica.

El principio fundamental de todo el equipo de video consiste en que una imagen pueda ser convertida en una señal eléctrica para su transmisión, ya sea por cable o por radiofrecuencia. Sin embargo en este punto es donde nos permite explicar el segundo problema por el cual no pudiera existir un equipo con las funciones deseadas.

El CCD es un sensor de imagen de estado sólido hecho de material semiconductor a base de silicón altamente sensible a calentamientos en circuitos o exceso en el flujo de corriente. Están formados por un circuito integrado (microcircuito) que contiene un número determinado de condensadores. El silicón en la superficie del sensor responde a la luz y exhibe un efecto fotoeléctrico, dicho efecto consiste en la conversión espontanea de la luz recibida en corriente eléctrica.

La importancia de este dispositivo en un endoscopio es vital para su funcionamiento, si este dispositivo llega a fallar simplemente el endoscopio no podría enviar ninguna imagen.

Este dispositivo como cualquier circuito integrado es muy sensible a altas temperaturas, como ya se menciona está compuesto por un circuito integrado el cual al presenciar altas temperaturas principalmente en la punta distal donde se encuentra este dispositivo, comenzaría a presentar fallas ya sea por un calentamiento en la parte de enfoque (lentes objetivo) o bien por información que pueda ser interferida por la radiofrecuencia utilizada por el electrobisturí.

Para el CCD al igual que con las guías de luz existe el mismo problema que involucra un exceso de calentamiento en el equipo por la radiofrecuencia emitida por el electrobisturí y que posteriormente se convierte en un flujo de corriente eléctrica que dañaría cualquier circuito. Sin embargo una opción sería diseñar dispositivos que estuvieran elaborados de otro material el cual pudiera soportar altas temperaturas sin afectar su funcionamiento.

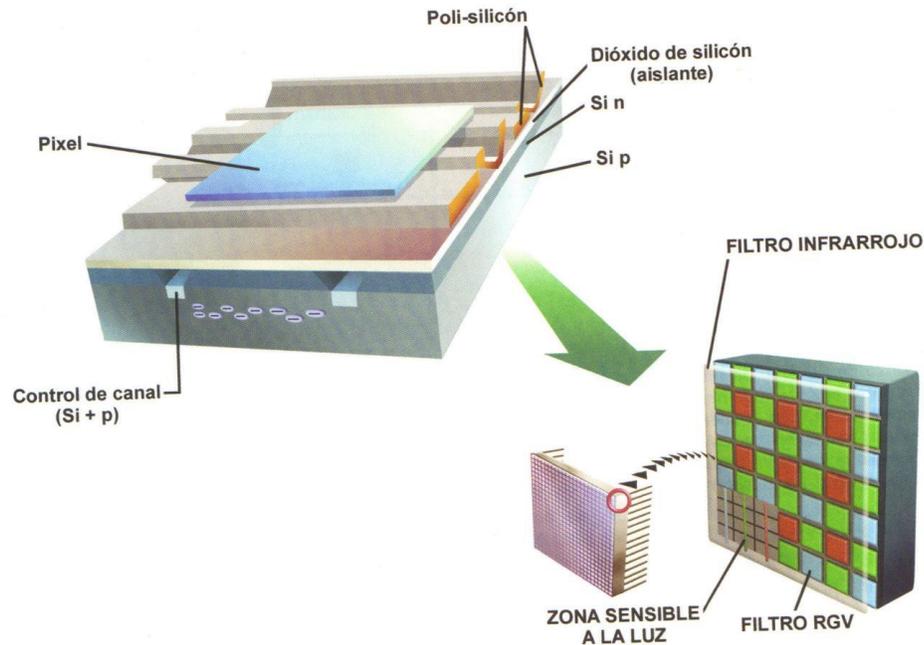


Figura 63. Estructura Interna del CCD.

Fuente: *Procedimientos Endoscópicos en Gastroenterología*. Ed. Panamericana.

- Diseño del equipo.

Como ya fue mencionado en las especificaciones del endoscopio, cada uno tiene un cierto parámetro de tamaño el cual debe cumplir de acuerdo a las necesidades que se tengan. El involucrar un electrobisturí en un endoscopio nos habla de modificar dimensiones tanto en la parte de control de mandos como en la parte más importante que sería el tubo de inserción.

Este diseño constaría de gran instrumentación y sobre todo tendría que estar elaborado de un material el cual no pudiera ser conductor de corriente eléctrica, fuera resistente a alguna deformación por calentamiento y pueda cumplir con el diámetro y las condiciones actuales para un video endoscopio.

En el aspecto de la corriente eléctrica se tendría que escoger un material el cual no pudiera generar alguna fuga de corriente eléctrica o que pueda enviar la corriente a otro órgano y por consecuencia dañar la integridad del paciente.

Este tipo de problemas son muy frecuentes en la unidad de electrocirugía por una mala conexión de la placa de retorno y las quemaduras son regularmente externas, sin embargo no dejan de ser un factor el cual se debe tener muy en cuenta para cierto diseño. El material del endoscopio deberá ser muy resistente a altas temperaturas, el calentamiento que se generara por la radiofrecuencia será excesivo por lo que la parte interna y la parte externa del endoscopio deberán de estar altamente aislado para evitar daños en los dispositivos del equipo o directamente con sus funciones.

Por último las dimensiones no deberán ser modificadas y por lo tanto el endoscopio deberá cumplir en la punta distal con las siguientes características:

1. Lente Objetivo.
2. Pipeta de Irrigación.
3. Guías de luz.
4. Canal de trabajo (En algunos casos doble canal).
5. Por último si así fuera el caso deberá tener un espacio para involucrar el electrobisturí en estas funciones.

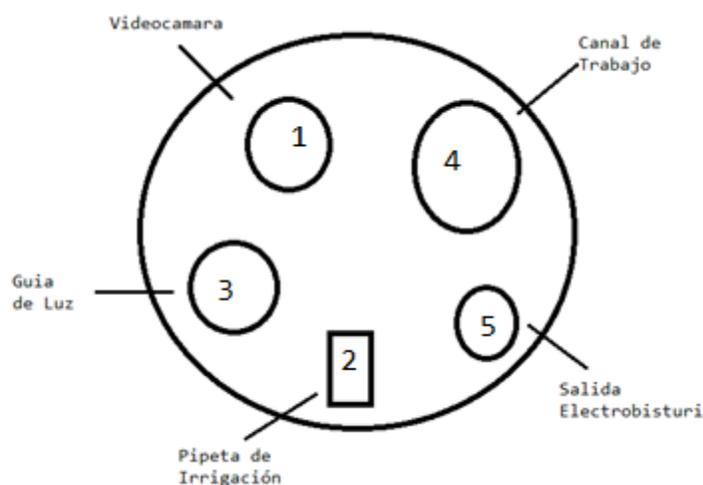


Figura 64. Prototipo de estructura de endoscopio con Electro bisturí/Endoscopio con 1 canal de trabajo.

- Costo.

Como ya fue explicado el diseño del equipo involucra muchos factores los cuales por obvias razones incrementarían el costo de este equipo. En la mayoría de los casos en los hospitales de gobierno el equipo es adquirido por medio de licitaciones, por lo tanto si es que existiera alguna empresa que tuviera este equipo entraría a concurso para que sea aceptada su compra, sin embargo existe también el sector privado (hospitales y clínicas) el cual adquiere de diferente manera el equipo. En ambos casos el usuario buscaría el mayor beneficio y el menor precio para adquirir el equipo. Por lo tanto este factor es de suma importancia para el diseño y el desarrollo de este equipo.

Actualmente una torre de endoscopia (endoscopio, procesador de imagen, fuente de luz, monitor y accesorios básicos) tiene un costo aproximado de \$100 000 dólares y una unidad de electrocirugía tiene un costo aproximado de 7 mil a 10 mil dólares según sus características. Por lo que un equipo que pudiera realizar las dos funciones estaría a un precio sumamente elevado y probablemente no cumpla con las condiciones técnicas ni económicas que pide el usuario.

El equipo estaría limitado únicamente a endoscopia por lo que también sería un inconveniente ya que la unidad de electrocirugía no solo es utilizada en endoscopia también puede ser utilizada en procedimientos neurológicos, cardiacos o cualquier tipo de corte que involucre tejido humano.

En general la endoscopia es una especialidad de la medicina en la cual se pueden llegar a tener grandes avances tecnológicos, por lo cual al igual que en otras especialidades la ingeniería biomédica juega un papel importantísimo, gracias a esta profesión se ha logrado facilitar las actividades del médico, ha sido factor de dar un mejor diagnóstico y lo más importante ha logrado dar una mejor perspectiva de vida al paciente.

Regularmente las actividades más comunes del Ingeniero Biomédico en México es interactuar en el medio profesional como: Ingeniero de desarrollo, Ingeniero de Servicio, Ingeniero Clínico y como Ingeniero de ventas o Especialista de Producto.

CONCLUSIONES.

Se propuso para cualquier procedimiento de endoscopia, una secuencia de integración de un electrobisturí con el endoscopio con la finalidad de resolver procedimientos endoscópicos terapéuticos.

En relación a los resultados obtenidos se concluye que la propuesta de integración de estos dos equipos mejora la calidad del procedimiento endoscópico terapéutico disminuyendo el riesgo de accidentes, se realiza el procedimiento en menos tiempo y ayuda a conservar el equipo en estado óptimo para su utilización considerado un aspecto de gran impacto en los costos por daños al equipo.

Se espera que esta propuesta pueda facilitar el uso de estos dos equipos así como también se pueda llegar a tener una mejor perspectiva de los aspectos técnicos y condiciones de seguridad con el objetivo de disminuir los accidentes al utilizar estos equipos. Sin embargo sería indispensable que existiera una capacitación previa al uso de estos dos equipos, se espera que esta propuesta pueda servir como instrumento de capacitación para próximos usuarios del equipo.

Se realizan las siguientes dos propuestas con el objetivo de mejorar la calidad del procedimiento endoscópico, ayudar a prevenir accidentes, cometer menos errores y principalmente ayudaría en la preparación de un médico que quisiera estudiar la especialidad de endoscopia.

1. Como ya fue mencionado gran parte de los errores cometidos en un procedimiento endoscópico es por la falta de experiencia del médico al utilizar este equipo, por lo que se propone crear un software el cual pueda representar una situación real de un procedimiento endoscópico y simule cualquier complicación que el médico pudiera tener al momento de ingresar el endoscopio al paciente y posteriormente si llegara a necesitar la unidad electroquirúrgica.

El programa estaría diseñado para interactuar con un maniquí el cual por medio de la programación pudiera efectuar cualquier tipo de complicación como pudiera ser: una hemorragia, choque eléctrico o causar una simple quemadura en el momento que la persona que lo controle así lo desee.

Esto con el objetivo de que el médico pueda practicar y desarrolle una habilidad para manipular el equipo para que al momento de llegar a tener una situación real pueda afrontarla, controlarla y resolverla de manera exitosa.

2. La siguiente propuesta tiene que ver con la simplificación del equipo. Se propone crear el diseño de un endoscopio el cual además de sus características actuales, tenga la cualidad de realizar funciones de un electrobisturí como lo son cortar, coagular o bien algún tipo de mezcla por medio de una corriente eléctrica.

El diseño y la creación de este equipo apuntan a algo muy novedoso que pudiera ser de gran utilidad para el médico ya que no necesitarían intervenir más equipos para un procedimiento endoscópico terapéutico. Sin embargo actualmente la tecnología de ambos equipos no permite su fusión para quedar en un mismo equipo.

GLOSARIO.

Abrasión: Acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material o tejido.

Asepsia: Es un término médico que define al conjunto de métodos aplicados para la conservación de la esterilidad. La presentación y uso correcto de ropa, instrumental, materiales y equipos estériles, sin contaminarlos en todo procedimiento quirúrgico practicado se conoce como asepsia.

Asistole: Ausencia completa de actividad eléctrica en el corazón.

Bradycardia: Es el descenso de la frecuencia cardiaca. Se considera bradicardia a una frecuencia cardíaca inferior a 60 ppm (pulsaciones por minuto).

Cálices: Parte del conducto excretor (cálices, pelvis y uréteres) del riñón encargado de conducir la orina desde los riñones hasta la vejiga urinaria.

Carcinogénica: Factor que actúa sobre los tejidos vivos de tal forma que produce cáncer.

Cauterizar: Destruir tejido o sellar los vasos sanguíneos por medio de energía de radio frecuencia o laser.

Cavidad: Hueco que se abre en un cuerpo o en su superficie.

Cavum: Es la porción nasal de la faringe y yace detrás de la nariz y por encima del paladar blando.

Coagular: Proceso, por el cual, la sangre pierde su liquidez, tornándose similar a un gel en primera instancia y luego sólida, sin experimentar un verdadero cambio de estado.

Ebullición: Es el proceso físico en el que un líquido pasa a estado gaseoso.

Ergonómico: Es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y todo el desempeño del sistema.

Fibrilación ventricular: Se denomina fibrilación ventricular o trastorno del ritmo cardiaco que presenta un ritmo ventricular rápido (>250 latidos por minuto), irregular, de morfología caótica y que lleva irremediamente a la pérdida total de la contracción cardíaca, con una falta total del bombeo sanguíneo y por tanto a la muerte del paciente.

Fulguración: Procedimiento usado para destruir tejido (como un tumor) con una corriente eléctrica.

Hemoglobina: Es una hetero proteína de la sangre, de color rojo característico, que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos, en vertebrados y algunos invertebrados.

Hemoptisis: Es la presencia de sangre en el esputo. El esputo es una secreción que se produce en los pulmones y en los bronquios que puede ser expulsada cuando se da una tos profunda.

Hipertrofiado: Es el nombre con que se designa un aumento del tamaño de un órgano cuando se debe al aumento correlativo en el tamaño de las células que lo forman; de esta manera, el órgano hipertrofiado tiene células mayores, y no nuevas.

Histogénesis: Es la formación de diferentes tejidos indiferenciados de células

Íleon: Es la sección final del intestino delgado, en el aparato digestivo, si dividimos el intestino en 3 partes, el 1/3 proximal corresponderá al yeyuno y los 2/3 distales corresponderán al íleon (el intestino delgado puede llegar a medir 9 m) .Se sitúa después del yeyuno y está separado del intestino ciego por la válvula ileocecal.

Impedancia: Es una magnitud que establece la relación (cociente) entre la tensión y la intensidad de corriente.

Inherente: Factor que por su naturaleza está inseparablemente unido a algo.

Meato: Es una abertura o canal del cuerpo humano.

Miocardia: Afección del tejido muscular del corazón caracterizada por insuficiencia cardíaca rápidamente progresiva.

Mucosa: Es una membrana húmeda que reviste una cavidad fisiológica que tiene contacto con el exterior.

Necrosis: Es la muerte patológica de un conjunto de células o de cualquier tejido del organismo, provocada por un agente nocivo que causa una lesión tan grave que no se puede reparar o curar.

Oximetría: Determinación de la cantidad de oxígeno contenida en un gas o en un líquido (por ejemplo: la sangre).

Parénquima hepático: Tejido estable propiamente del hígado.

Polidocanol: Es un anestésico local y un componente de los ungüentos y aditivos para el baño. Alivia el picor causado por ejemplo por la piel seca condiciones tales como el eczema

Pseudoquiste: Son unas colecciones de líquido pancreático encapsuladas por un tejido fibroso, originadas por la licuefacción de la necrosis del tejido visceral que se produce tras un brote de pancreatitis aguda.

Sésiles: Lesiones que crecen hacia el exterior de la piel o mucosas

Siemens: La unidad derivada del SI para la medida de la conductancia eléctrica.

Trombosis: Es un coágulo en el interior de un vaso sanguíneo y uno de los causantes de un infarto agudo de miocardio.

Tungsteno: Es un elemento químico de número atómico 74 que se encuentra en el grupo 6 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es W. Es un metal escaso en la corteza terrestre, se encuentra en forma de óxido y de sales en ciertos minerales.

Vías biliares: Es un conjunto de ductos intra y extra hepáticos por los que discurre la bilis producida en el hígado hasta desembocar en la segunda porción del duodeno.

BIBLIOGRAFIA.

- *La Ingeniería Biomédica y el Sector Salud.* Martha Refugio Ortiz Posadas, Mercedes Jatziri Gaitán. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México D.F. 2009; 167p.

- *Fundamentos de Instrumentación Biomédica.* Caupolicán Muñoz Gamba, Miguel Cadena Méndez, Enrique Hernández Matos, Emilio Sacristán Rock. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México D.F. 2001; 346p.

- *Endoscopia Gastrointestinal.* Dr. Juan Canedo Acosta. Editores de Textos Mexicanos. México D.F. 2007; 771p.

- *Sensores y Transductores Biomédicos.* Guillermo Avendaño, Caupolicán Muñoz Gamboa. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México D.F. 2009; 224p.

- *Tratado Practico de Endoscopia Digestiva.* Peter B. Cotton, Christopher B. Williams. Ed. Masson – Salvat Medicina. Ediciones Científicas y Técnicas S.A. Barcelona, España 1992; 379p.

- *Procedimientos Endoscópicos en Gastroenterología.* Córdoba Villalobos José Ángel, Antonio de la Torre Bravo. Ed. Médica Panamericana. México D.F. 2009; 687p.

- *Cirugía Endoscópica: Actualidades, avances y perspectiva.* Dr. N.M. Heredia – Jarero, Dr. J.A. Carrasco Rojas, Dr. S. Shuchleib – Ch, Dr. A. Chousleb – K, Dr. Jorge Pérez Castro y Vázquez. Ed. Intersistemas S.A. de C.V. Educación Médica Continua. México D.F. 2002; 398p.

TEXTOS ELECTRONICOS.

- *European Society Of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline: The use of electrosurgical units. J.F. Rey, U. Beilenhoff, C.S. Neumann, J.M. Dumonceau.*
<http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1255594>, Published ahead of print Endoscopy
2010 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York ISSN 0013-726X.
Archivo PDF. 8p.
- *Cirugía de Tejidos Blandos: Laser CO2 y Electrobisturí. Jorge Llinas Ceballos, Juan Flores Gámez. C.V. Silla AV.*
Tel. 961-213-147 ó 652-898-830. jorgellinas44@hotmail.com
Archivo PDF. 2p.
- *Electrobisturí. Paul Esteban Arpi Coellar. Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingeniería Electrónica. Cuenca, Ecuador 2011.*
parpi@est.ups.edu.ec. Archivo PDF. 3p.
- *Cirugía con electrobisturí de alta frecuencia (AF): Efectos, riesgos y minimización de peligro. Editor y director de publicaciones: Semperit Technische Produkte Ges.m.b.H. & Co KG, Editor: Sempermed, Modecenterstrasse 22, A-1031 Viena, Tel. +43-1-79 777-621, Fax: +43-1-79 777-630, E-Mail: sempermed@semperit.at, Redacción: Martina Buchele, Texto: Dr. Michael Hocht, Peter Pocksteiner. 2004.*
Archivo PDF. 4p.
- *Electrocirugía. Nathalia Londoño Jaramillo, Natalia Sánchez Aldana, Juliana Velásquez Gómez, Juliana Villa Bedoya. Curso de Bioinstrumentación II, EIA-CES, 2006. Archivo PDF. 18p.*
- *Protocol for: Electrosurgical Unit (ESU) Safety. Clinical Protocol / Procedure FSC OR/JDH OR/GI Endoscopy/L&D Unit Practice Manuals. John Dempsey Hospital – Dept. of Nursing. 2008. Archivo PDF. 7p.*
- *ISO 9001:2000 Traducción Certificada. ISO copyright office Case postale 56 · CH-1211 Geneva 20 E-mail copyright@iso.ch Web www.iso.ch Impreso en Suiza. Archivo PDF. 34p.*
- *Principios básicos de electrocirugía y nuevas energías en cirugía laparoscópica. A. Pessarrodona, J. Cassado. Hospital Mutua de Terrassa. www.erbe-med.com Archivo PDF. 91p.*

-
- *Conceptos de seguridad eléctrica en Instalaciones Hospitalarias: Reglamentación para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364-7-710 (Setiembre 2008). Schneider Electric, Héctor Ruiz. 2009 Archivo PDF. 99p.*
 - *Electrosurgical Unit for Endoscopy and Colonoscopic Applications. WEM EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS LTDA CNPJ 54611678/0001-30 IE 582181462110 RUA MAL MASCARENHAS DE MORAES, 550 - RIBEIRÃO PRETO -SÃO PAULO - BRASIL - CEP 14095-120 FONE (16) 3512-4600 FAX (16) 3512-4637 e-mail: wem@wem.com.br Archivo PDF. 2p.*
 - *Manual de Operación: Endoscopios, Fuente de luz y Video procesador. FUJINON CORPORATION, 1-324 UETAKE-CHO, KITA-KU, SAITAMA-SHI, SAITAMA 331-9624, JAPAN. TEL: 81-48-668-2153.*
 - *Manual de Operación: Electrobisturi LAP 250. CEC Electromedicina y Electroestetica. <http://www.cec.com.ar/> Bv. Los Húngaros 5027 - Bº. Los Boulevares / Córdoba - Argentina - C.P.: X5022ESC - Tel. - Fax: +54-3543-422492 / 422719 / 420986 / 440011.*

Páginas WEB.

- CEC Electromedicina y Electroestetica. <http://www.cec.com.ar/>
- FUJIFILM Global. <http://www.fujifilm.com/products/medical/endoscopy/>
- Olympus. <http://www.olympuslatinoamerica.com/>
- ERBE Global Home. <http://www.erbe-med.com/globalHome/index.php>
- Google Imágenes <http://www.google.com.mx>
- Portal Biomédico <http://www.portalbiomedico.com>

Índice de Imágenes.

- Figura 1 – Unidad de Electrocirugía.
- Figura 2 – Rango de frecuencias de la Electrocirugía.
- Figura 3 – Tipos de Electrobisturí.
- Figura 4 – Técnica Monopolar.
- Figura 5 – Mangos para Electrobisturí Bipolar.
- Figura 6 – Técnica Bipolar.
- Figura 7 – Modalidad de Corte.
- Figura 8 – Modalidad de Coagulación.
- Figura 9 – Mezcla de Corrientes.
- Figura 10 – Corte Electro quirúrgico.
- Figura 11 – Fulguración Electroquirúrgica.
- Figura 12 – Quemadura en procedimiento Electro quirúrgico.
- Figura 13 – Unidad de Electrocirugía. Panel Frontal.
- Figura 14 – Unidad de Electrocirugía. Panel Trasero.
- Figura 15 – Analizador de seguridad Eléctrica.
- Figura 16 – Analizador de Electrobisturí.
- Figura 17 – Procedimiento Endoscópico (Animación).
- Figura 18 – Tipos de Endoscopios.
- Figura 19 – Endoscopio Rígido.
- Figura 20 – Video Endoscopio Flexible.
- Figura 21 – Estructura interna del endoscopio.
- Figura 22 – Sección de Mandos.
- Figura 23 – Tubo de inserción.
- Figura 24 – Conexiones a fuente de luz y video procesador.
- Figura 25 – Torre de Endoscopia.
- Figura 26 – Accesorios de Limpieza y desinfección del equipo de endoscopia.
- Figura 27 – Limpieza con gasa.
- Figura 28 – Succión de agua.
- Figura 29 – Conexión de Probador de Fugas.
- Figura 30 – Probador de Fugas.
- Figura 31 – Prueba de Estanqueidad.
- Figura 32 – Cepillado de Endoscopio.
- Figura 33 – Dispositivo de Limpieza.
- Figura 34 – Enjuague de Endoscopio.
- Figura 35 – Tarja con solución química.
- Figura 36 – Enjuague de Endoscopio.
- Figura 37 – Tarja con agua.
- Figura 38 – Inyección de agua.

-
- Figura 39 – Conexión a Fuente de Luz.
Figura 40 – Conexión a toma de Succión.
Figura 41 – Secado y limpieza de Válvulas.
Figura 42 – Secado de endoscopio.
Figura 43 – Norma Oficial Mexicana.
Figura 44 – Organizaciones Internacionales de Certificación.
Figura 45 – Instituciones Mexicanas de Servicios de Salud.
Figura 46 – Ejemplo de placa de certificación de equipo médico.
Figura 47 – Diagrama de conexión del Electrobisturí.
Figura 48 – Diagrama de bloques del Funcionamiento del Electrobisturí.
Figura 49 – Onda senoidal pura.
Figura 50 – Onda senoidal amortiguada.
Figura 51 – Sala de Endoscopia.
Figura 52 – Pruebas de funcionamiento del endoscopio.
Figura 53 – Pruebas de Imagen Endoscópica.
Figura 54 – Exploración del órgano digestivo.
Figura 55 – Pinza con asa.
Figura 56 – Colocación de pinza.
Figura 57 – Modos para sujetar un cuerpo extraño.
Figura 58 – Secuencia de una polipectomía.
Figura 59 – Extracción de cuerpos extraños en el estomago.
Figura 60 – Ulcera del bulbo duodenal.
Figura 61 – Coagulación de los vasos sanguíneos.
Figura 62 – Introducción del Broncoscopio en el paciente.

Tablas de Datos.

- Tabla 1 – Técnicas de Electrocirugía.
Tabla 2 – Simbología de la Unidad de Electrocirugía.
Tabla 3 – Inspección de las condiciones físicas del equipo.
Tabla 4 – Resumen de Puntos a evaluar.
Tabla 5 – Prueba de potencia de salida para el modo de electrocirugía monopolar.
Tabla 6 – Prueba de potencia de salida para el modo de electrocirugía bipolar.
Tabla 7 – Especificaciones de Endoscopios más comunes.
Tabla 8 – Especificaciones técnicas de Unidad de Electrocirugía.
Tabla 9 – Especificaciones técnicas de Unidad de Endoscopia.
Tabla 10 – Total de procedimientos asistidos.