



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ENFERMERÍA Y OBSTETRICIA

**PRECAUCIONES PARA EL PERSONAL DEL
AREA QUIRÚRGICA ANTE LA EXPOSICIÓN
DEL HUMO GENERADO POR
ELECTROCAUTERIO**

TESINA

Para obtener el grado de

ESPECIALISTA EN ENFERMERÍA PERIOPERATORIA

PRESENTA

LIC. ENF. JAZMIN MARTÍNEZ MARTÍNEZ

TUTOR

MTRA. ANA GABRIELA SOTO ARIAS

COORDINADORA

MTRA. GUADALUPE ADRIANA LARA RAMOS



Ciudad de México, agosto 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ENFERMERÍA Y OBSTETRICIA

PRECAUCIONES PARA EL PERSONAL DEL
AREA QUIRÚRGICA ANTE LA EXPOSICIÓN
DEL HUMO GENERADO POR
ELECTROCAUTERIO

TESINA

Para obtener el grado de

ESPECIALISTA EN ENFERMERÍA PERIOPERATORIA

PRESENTA

LIC. ENF. JAZMIN MARTÍNEZ MARTÍNEZ

TUTOR

MTRA. ANA GABRIELA SOTO ARIAS

COORDINADORA

MTRA. GUADALUPE ADRIANA LARA RAMOS



Ciudad de México, agosto 2019

RESUMEN

El propósito de esta tesina se enfoca en las precauciones que debe de tener el personal del área quirúrgica ante la exposición del humo generado del electrocauterio.

En México no existen medidas para proteger al personal que labora en las áreas quirúrgicas ante la exposición y los efectos nocivos del humo quirúrgico, el cual contiene diversas partículas, productos químicos y microorganismos que afectan la salud, como producto del corte y de la cauterización de los tejidos.

Las mascarillas quirúrgicas estándar que regularmente se utilizan por el personal de quirófano, no son eficaces para filtrar sustancias potencialmente dañinas del humo que se genera de las unidades de electrocirugía.

Además, se deben usar sistemas de evacuación de humo, siempre que se use electrocirugía y no deben estar a más de 5 centímetros de la fuente de humo. Sin embargo, para proteger a los profesionales del área, se debe evitar la electrocirugía siempre que sea posible.

Por consiguiente, el personal no está completamente capacitado acerca de todas las complicaciones que conlleva la inhalación del humo generado por las unidades de electrocirugía y suma demasiados factores para que dichas medidas no se lleven a cabo.

Estos son numerosos factores que se ignoran, ya que si existen medidas de precaución para controlarlo.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is focused on the precautions that the personnel of the surgical area should have before the exposure of the smoke generated from the electrocautery.

In Mexico there are no measures to protect personnel working in the surgical areas from exposure and harmful effects of surgical smoke, which contains various particles, chemicals and microorganisms that affect health, as a result of cutting and cauterization of the tissues.

Standard surgical masks that are regularly used by operating room staff are not effective in filtering potentially harmful substances from the smoke generated from electrosurgical units.

In addition, smoke evacuation systems should be used, provided that electrosurgery is used and should not be more than 5 centimeters from the smoke source. However, to protect area professionals, electrosurgery should be avoided whenever possible.

Therefore, the staff is not fully trained about all the complications involved in the inhalation of smoke generated by the electrosurgery units and adds too many factors so that such measures are not carried out.

These are numerous factors that are ignored, since there are precautionary measures to control it.

PREFACIO

Objetivo General

Identificar y concientizar sobre las medidas y acciones para la seguridad del personal del área quirúrgica, ante la exposición del humo generado del electrocauterio

Objetivos Específicos

1. Conocer los riesgos que genera la inhalación del humo generado por el electrocauterio al personal del área quirúrgica
2. Conocer las medidas de seguridad para el personal expuesto por la generación del humo quirúrgico
3. Dar a conocer los indicadores clave para el cumplimiento de las recomendaciones de evacuación de humo electro quirúrgico
4. Evaluar el uso de barreras recomendadas y su cumplimiento
5. Dar cursos de capacitación e información

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Pediatría que, a través de su organización y estructura, favorece el desarrollo de la planta escolar a la que pertenezco.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia y la Unidad de Posgrado que fomentaron el interés de seguir preparándome para ejercer mi profesión con los altos estándares calidad y humanismo.

A la maestra Guadalupe Adriana Lara Ramos por su apoyo profesional y personal para la realización de este trabajo

A mi Tutora la maestra Ana Gabriela Soto Arias por su incondicional e invaluable apoyo profesional y de asesoría acerca de este trabajo, sobre todo apoyo personal y por cada momento dedicado para aclarar cualquier tipo de duda que me surgiera, agradecer por la claridad y permitirme el desarrollo de esta tesina por lo que no hubiese sido posible sin su apoyo.

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi Familia

Por haberme apoyado en este proceso de formación, a mi Abuelita Felisa por siempre estar al pendiente, a mi Hermana Brenda por echarme porras y apoyarme con mis sobrinos para que no hicieran ruido e hiciera mis trabajos, a mi Tía Lilia por siempre apoyarme.

A mi Novia

Para ti Tania por siempre impulsarme en los momentos difíciles en los cuales quería desertar, por todo el apoyo, amor y motivación que me brindaste en todo momento, te amo demasiado..

A mi jefe

Para usted jefe Laura Verónica Omaña por brindarme todo su apoyo en mi trabajo y sobre todo impulsarme a ser una mejor profesional en beneficio de las personas que están bajo mi cuidado

A mis maestros.

Maestra Guadalupe Adriana Lara Ramos por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesina; a la Maestra Ana Gabriela Soto Arias por su apoyo ofrecido en este trabajo, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	10
CONTENIDO.....	12
Unidad De Electrocirugía	13
Descripción De La Unidad De Electrocirugía (Valleylab Modelo Ft10)	16
Modos Monopolares.....	19
Efectos Bipolares	20
Conexión A Sistemas Externos.....	20
Indicaciones	21
Advertencias y Precauciones para Seguridad del Paciente Y Quirófano.....	21
¿QUÉ ES LA DIATERMIA?	22
EFFECTOS DEL HUMO DE LA ELECTROCIRUGÍA.....	23
EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (MASCARILLAS)	31
Mascarillas quirúrgicas.....	31
Máscaras FFP.....	35
Equipos de Protección Respiratoria (EPR).	39
Plataforma de pruebas.....	40
CONCLUSIONES.....	44
BIBLIOGRAFIA	46
GLOSARIO.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Circuito de corriente cerrada.....	14
Figura 2 circuito bipolar.....	15
Figura 3 Panel frontal unidad electrocirugía.....	16
Figura 4 Panel frontal Partes.....	17
Figura 5 Panel posterior unidad de electrocirugía.....	18
Figura 6 Panel posterior Partes.....	18
Figura 7 corriente corte/coagulación.....	22
Figura 8 Tabla I de concentración de sustancias.....	24
Figura 9 Tabla II Comparación de la prevalencia de signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico en tecnólogos quirúrgicos del personal de enfermería del centro quirúrgico.....	28
Figura 10 Mascarillas quirúrgicas.....	32
Figura 11 Tabla III Tipos de mascarillas quirúrgicas y sus requisitos de funcionalidad	33
Figura 12 Las máscaras FFP protegen de afuera para adentro.....	38
Figura 13 Mascarilla FFP3.....	40
Figura 14 Diatermia.....	41

INTRODUCCIÓN

El quirófano es considerado una de las áreas críticas y complejas en el ámbito hospitalario, lo que conlleva al aumento de riesgos que se generan en dicha unidad en cuanto a la actividad laboral

El avance de la tecnología permite que se minimicen los riesgos en el paciente y que los procedimientos sean menos complejos y así se facilite la resolución de problemas.

La electrocauterización es una tecnología que permite realizar el corte y la coagulación de los tejidos, por lo que su empleo reduce significativamente el tiempo quirúrgico además de favorecer una mejor visibilidad en el campo operatorio y lo más importante que minimiza el riesgo de sangrado, pero sin embargo aumenta el riesgo en cuanto a la seguridad del personal que lo utiliza, ya que el humo generado por este nos da como resultado una gran dispersión de partículas finas.

Sin embargo la exposición al humo quirúrgico es altamente tóxico para los profesionales que se exponen a este en el área quirúrgica y puede afectar negativamente a su salud a lo largo del tiempo.

Existe una infinidad de químicos que se generan a raíz de la utilización de la unidad de electrocirugía y conllevan a riesgos altamente perjudiciales que comprometen la salud y seguridad de los profesionales expuestos al humo, de los químicos mayormente mencionados están: el hidrocarburo aromático Policíclico y el benceno que son considerados como carcinógenos, identificados como mutagénico, el formaldehído y tolueno, registrados como irritantes respiratorios, acroleína, monóxido de carbono, formaldehído, cianuro de hidrógeno metano, lo que los hace altamente peligrosos para las personas que trabajan en el entorno de un quirófano.

En esta investigación se presenta la importancia de como las recomendaciones existentes coadyuvan a disminuir el riesgo de la exposición al humo quirúrgico y como la enfermera perioperatoria promueve que dichas acciones se cumplan durante los procedimientos quirúrgicos.

El resultado de aprendizaje de esta investigación es que el equipo perioperatorio e interesados puedan usar el conocimiento adquirido en esta actividad para crear conciencia y modificar acciones que controlen de manera segura el uso de la unidad de electrocirugía y sobre todo de prevenir y disminuir la exposición del humo generado por este.

El presente estudio permite revisar la evidencia disponible en cuanto a la efectividad de las precauciones, utilizando la unidad de electrocirugía, los riesgos y la toxicidad que presenta. Además, como parte del trabajo se analizó la efectividad de 2 mascarillas quirúrgicas diferentes para proteger al personal de la exposición al humo y su deficiente aplicación en nuestro país.

CONTENIDO

Diversas investigaciones han demostrado que el humo generado de una energía o laser, contiene un alto nivel de sustancias tóxicas y además incluye residuos biológicos, que generaran altos riesgos en la salud del personal multidisciplinario e incluso de la persona que se interviene.

Sin embargo a pesar de que existe amplia información acerca de la toxicidad del humo generado por la electrocirugía, no se ha logrado difundir ampliamente en México y el equipo quirúrgico continua demostrando una falta de conocimientos acerca de esta información y de los riesgos que a lo largo de su vida laboral genera la exposición e inhalación del mismo; incumpliendo así con las recomendaciones establecidas acerca de evacuar el humo durante cada uno de los procedimientos quirúrgicos.

El reconocimiento por parte del equipo multidisciplinario que se desenvuelve en el área quirúrgica se considera de alto grado de perjuicio ante la exposición del humo quirúrgico.

Para el equipo quirúrgico, la exposición ocupacional al humo quirúrgico se ha relacionado con enfermedades y problemas respiratorios, transmisión de virus como el virus del papiloma humano y exposición a sustancias clasificadas por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional como mutagénicas y carcinogénico.¹

Aproximadamente 500,000 trabajadores de la salud en los Estados Unidos, incluidos cirujanos, enfermeras perioperatorias, anestesiólogos y enfermeras, están expuestos al humo quirúrgico. Los estudiantes graduados de medicina y enfermería presentes en la sala de operaciones también están expuestos.

¹ Navarro M, González R, Alderete M, Carmona D. Cambios en la mucosa nasal de los médicos por exposición al humo por electrocoagulación. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2016; 34(2):135-144. DOI: 10.17533/udea.rfnsp.v34n2a02

No identificamos en nuestra encuesta bibliográfica, ningún estudio brasileño que aborde la exposición y la composición del humo quirúrgico.²

Se ha demostrado que la transmisión bacteriana a sitios cercanos ocurre durante la electrocirugía de corriente combinada en tejido infectado, pero no fue evidente con la electrocirugía de coagulación pura.

Este hallazgo sugiere que la enfermedad se puede transmitir directamente al personal del quirófano.

Además, las bacterias pueden sembrar potencialmente en superficies o distantes o tejidos expuestos adyacentes dentro de los pacientes.³

Unidad De Electrocirugía

La electrocirugía se basa en la aplicación de corriente alterna de alta frecuencia sobre un tejido biológico, con el objetivo de producir un efecto que genere energía térmica, y que llevará a cabo diferentes efectos quirúrgicos dependiendo de la temperatura alcanzada.

La unidad de electrocirugía es la encargada de generar la energía alterna de alta frecuencia usada en electrocirugía a partir de corrientes eléctricas de baja frecuencia, con el propósito de conseguir un efecto térmico sobre el tejido. Un circuito completo de una unidad de electrocirugía está compuesto por:

- El generador de corriente eléctrica.
- Un electrodo activo, que concentra la energía en el punto de contacto.
- El paciente (o tejido).
- Un electrodo neutro de retorno o dispersión, que permite el cierre del circuito con el generador.

² Caroline Vieira C, Ribeiro Perfeito R, Martins Trevisan J, Marziale Palucci M, Solci M, Dalmas J C. Hidrocarburos aromáticos policíclicos producidos por electrocauterización de humo y el uso de equipo de protección personal 1. Rev. Latino-Am. Enfermagem [Internet]. 2017 [consultado el 06 de noviembre del 2019]; 25: e2853. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692017000100314&lng=en. Epub 09 de marzo de 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1561.2853>.

³ Schultz, L. Can efficient smoke evacuation limit aerosolization of bacteria? AORN Journal. 2015. 102, 7-14. doi:10.1016/j.aorn.2015.04.023

La unidad de electrocirugía dispone de conexiones para electrodos activos y de retorno, y controles que determinan el voltaje y frecuencia de la corriente eléctrica para llevar a cabo el efecto deseado sobre el tejido. Actualmente las unidades de electrocirugía usan sistemas aislados o cerrados, es decir, la corriente pasa a través del cuerpo del paciente o de una porción de tejido, y siempre regresa finalmente al equipo. De este modo, si el sistema cerrado no se completa por no estar el electrodo de retorno en condiciones adecuadas, el generador dejará fuera de funcionamiento el sistema. Las unidades electroquirúrgicas con sistemas aislados evitan posibles complicaciones como las quemaduras.⁴

Dependiendo del tipo de circuito, se puede producir dos tipos de energía: energía monopolar y energía bipolar.

Hablamos de electrocirugía monopolar cuando la corriente fluye desde un electrodo activo de superficie pequeña a un electrodo pasivo, neutro o de retorno de gran superficie colocado sobre el paciente, de manera que el cuerpo de éste forma parte de un circuito de corriente cerrada Figura 1.

La aplicación cuidadosa del electrodo de retorno es imprescindible para evitar quemaduras extensas que pueden ocurrir si no se posiciona adecuadamente.⁵

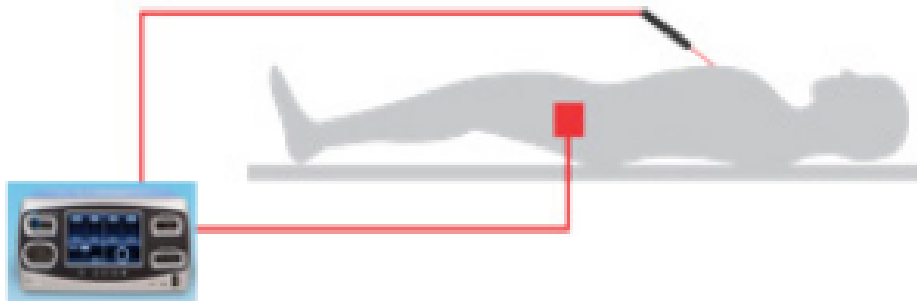


Figura 1 Circuito de corriente cerrada

⁴ Ruiz Zafra J, Estors Guerrero M, León Atance P, Moreno Mata N. UTILIZACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ENERGÍA EN CIRUGÍA TORÁCICA. Sociedad Española de Cirugía Torácica Paseo del General Martínez Campos 9, 2º. Madrid. Año 2016

⁵ Ídem

La electrocirugía bipolar se define como aquella corriente que fluye a través del tejido situado entre dos electrodos de igual tamaño enfrentados entre sí, a modo de fórceps. La energía bipolar es la más segura, ya que evita posibles quemaduras involuntarias del paciente al no formar éste parte del circuito eléctrico.⁶



Figura 2 circuito bipolar

Características y limitaciones de electrocirugía bipolar:

- Generalmente energía de alto voltaje.
- Baja impedancia, el daño se extiende más allá del tejido en contacto con los electrodos.
- La subida de temperatura penetra los tejidos.
- La desecación aumenta la resistencia.
- La corriente aumenta bruscamente alrededor de los electrodos.
- La coagulación es, a menudo, incompleta.
- No existe ningún mecanismo de retroalimentación para determinar la impedancia.

⁶ Ruiz Zafra J, Estors Guerrero M, León Atance P, Moreno Mata N. UTILIZACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ENERGÍA EN CIRUGÍA TORÁCICA. Sociedad Española de Cirugía Torácica Paseo del General Martínez Campos 9, 2º. Madrid. Año 2016

Descripción De La Unidad De Electrocirugía (Valleylab Modelo Ft10)

La plataforma de la unidad proporciona energía Radio Frecuencia (RF) para aplicaciones quirúrgicas monopolares y bipolares, así como para aplicaciones de fusión de tejidos y sellado de vasos. Incorpora una pantalla táctil que se divide en cuatro secciones para visualización y entrada de ajustes por parte del usuario, además de opciones para cualquier aplicación. La plataforma de energía detecta automáticamente instrumentos manuales codificados y configura la plataforma de energía en consecuencia. Entre las funciones automáticas a prueba de fallos.⁷

El sistema y las piezas aplicadas (electrodos de retorno e instrumentos activos) diseñadas para funcionar como un sistema.

El generador está diseñado para su uso en cirugía general y en especialidades quirúrgicas urológicas, vasculares, torácicas, ginecológicas, de cirugía plástica, reparadora y color rectal.⁸



Figura 3 Panel frontal unidad electrocirugía

⁷ Covidien Argentina S.A. Plataforma de energía (Generador electroquirúrgico). Buenos Aires. Mayo 2016.

⁸ Ídem

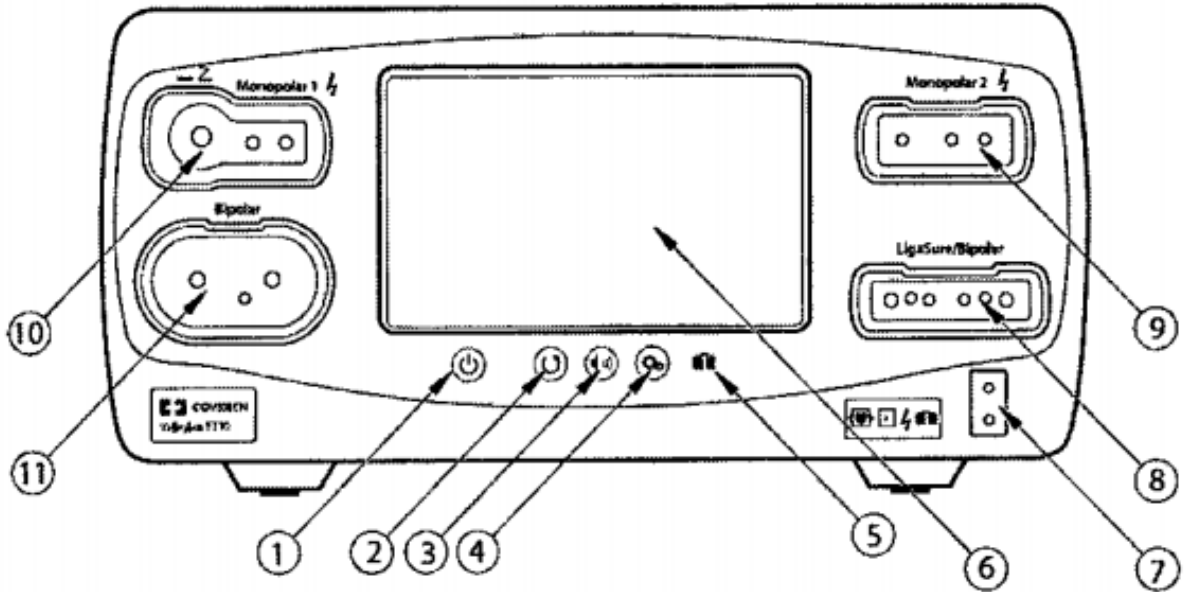


Figura 4 Panel frontal Partes

- 1 Botón de encendido/ apagado
- 2 Botón restaurar configuración
- 3 Botón para regular el volumen del sonido
- 4 Botón de servicio / configuración
- 5 Indicador REM (monitorización de electrodos de retorno)
- 6 Pantalla táctil de la interfaz
- 7 Toma para el electrodo de retorno del paciente REM
- 8 Toma LigaSure / bipolar
- 9 Toma de instrumento Monopolar 2
- 10 Toma del puerto para pedal universal (UFP) monopolar 1
- 11 Toma de instrumento Bipolar



Figura 5 Panel posterior unidad de electrocirugía

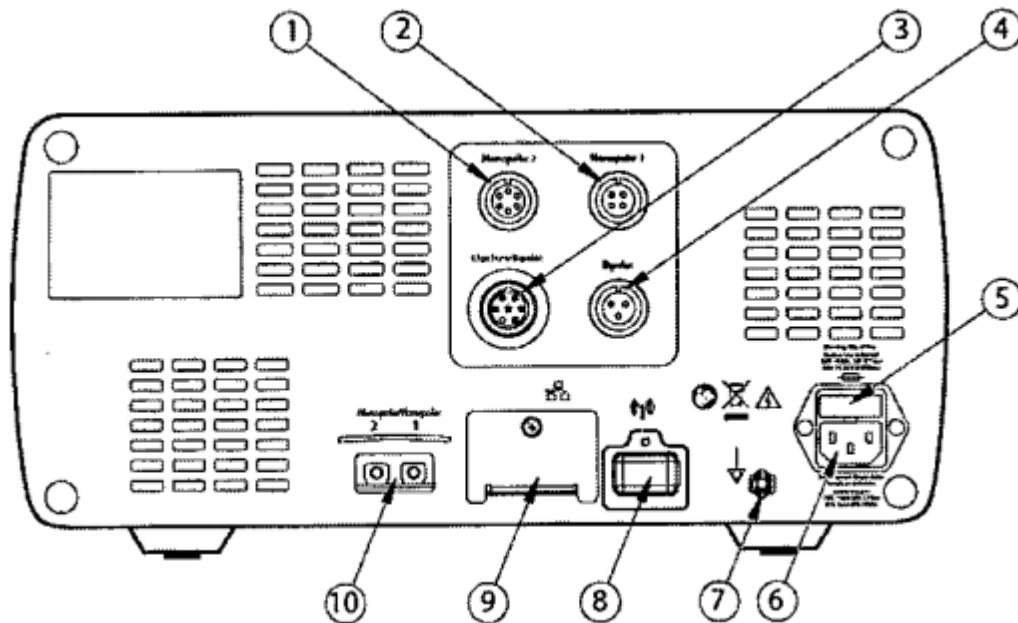


Figura 6 Panel posterior Partes

- 1 Toma de pedal Monopolar 2 (se requiere el adaptador incluido para conectar el pedal monopolar estándar de cuatro pastillas)
- 2 Toma de pedal Monopolar 1
- 3 Toma de pedal LigaSure/ Bipolar (se requiere el adaptador incluido para conectar el pedal de resección bipolar)

- 4 Toma de pedal bipolar
- 5 Porta fusibles
- 6 Toma de cable de alimentación
- 7 Lengüeta de conexión a tierra equipotencial
- 8 Antena WiFi (con tapa; solo para servicio)
- 9 Toma para Ethernet (con tapa para servicio)
- 10 Tomas para cables interlink para eliminación de artefactos en los ECG y control de extracción de humos.

Modos Monopolares

El sistema ofrece seis modos de salida de potencia monopolar

Modos CUT (corte)

El corte puro proporciona un corte limpio y preciso en cualquier tejido con poca o ninguna hemostasia.

El corte Blend (mixto) es una forma de onda combinada convencional que ofrece un corte más lento con hemostasia simultánea.

Modo Valleylab, es una combinación exclusiva de hemostasia y disección que permite al usuario ralentizar para conseguir más hemostasia y acelerar para una disección más rápida. La expansión térmica es igual o inferior a los modos CUT o BLEND.

Modos COAG

SOFT (suave) deseca el tejido a una velocidad relativamente inferior con una penetración térmica más profunda. Normalmente se realiza con un electrodo de bola.

FULGURATE (fulguración) coagula el tejido formando chispas desde el electrodo activo, a través del aire, al tejido del paciente.

SPRAY proporciona una fulguración más extensa; la penetración es más superficial y la zona de tejido afectada es mayor que con el modo fulgurate.⁹

⁹ Covidien Argentina S.A. Plataforma de energía (Generador electroquirúrgico). Buenos Aires. Mayo 2016.

Efectos Bipolares

La selección de efectos bipolares y ajustes de potencia depende de las preferencias del cirujano, características del tejido, la selección de accesorios y la aplicación de clínica prevista.

El efecto LOW (bajo) es para selecciones de potencia entre 1 y 15 Vatios. Proporciona salida de baja tensión para la precisión y el control exacto de la cantidad de desecación usada normalmente con instrumentos de área de pequeña superficie.

El efecto Medium (medio) es para selecciones de potencia entre 16 y 40 vatios. Se trata de una salida bipolar convencional usada normalmente con electrodos de área de superficie intermedia.

El efecto High (alto) es para selecciones de potencia entre 45 y 95 vatios. La potencia permanece constante en un amplio rango de tipos de tejido y se puede utilizar para electrodos grandes.

Bipolar Auto. La función auto detecta impedancia de tejido entre los dos electrodos bipolares y, continuación, utiliza la información sobre la impedancia para iniciar o detener automáticamente la transmisión de energía RF bipolar.

El usuario también puede seleccionar una demora de activación programada para el inicio automático y la activación de RF.¹⁰

LigaSure

La función de fusión de tejidos LigaSure puede utilizarse en arterias, venas, vasculatura pulmonar y vasos linfáticos de hasta 7 mm de diámetro y haces de tejido.

Cuando se utiliza con instrumentos compatibles, este sistema proporciona una transición de energía y una presión de los electrodos precisa en los vasos durante un periodo de tiempo controlado para lograr una fusión completa y permanente del lumen de los vasos.

El sistema ha sido diseñado para producir una mínima adhesión, destrucción y expansión térmica hacia el tejido adyacente.

Conexión A Sistemas Externos

El sistema se puede conectar a un sistema externo.

¹⁰ Covidien Argentina S.A. Plataforma de energía (Generador electroquirúrgico). Buenos Aires. Mayo 2016.

Por ejemplo, se pueden realizar conexiones para activar la extracción de humos o la eliminación de artefactos en los ECG durante la activación monopolar, o bien para suministrar coagulación mejorada con argón.

Hay dos tomas externas del sistema en la parte trasera del sistema que pueden indicar la activación de RF: una asociada a la toma monopolar1 (con el rotulo monopolar1) y otra a la toma monopolar 2.

Indicaciones

La plataforma Valleylab FT0 es un generador electroquirúrgico de alta frecuencia diseñado para utilizarse con accesorios monopolares y bipolares con el fin de cortar y coagular tejidos. Cuando se utiliza con dispositivos de sellado compatibles, está indicada para sellado de tejidos de hasta 7 mm, haces de tejido y vasos linfáticos.

El generador también se puede usar con rectoscopios compatibles para la eliminación endoscópicamente controlada o la coagulación de los tejidos con solución NaCl al 0.9% como medio de riesgo.

La función de fusión de tejidos no ha demostrado su eficacia en la esterilización tubarica ni en la coagulación tubarica en procedimientos de esterilización, No se debe utilizar esta función en estos procedimientos.

Advertencias y Precauciones para Seguridad del Paciente Y Quirófano

El uso seguro y eficaz de la electrocirugía depende en gran medida de factores que solo controla el cirujano que maneje el equipo.

No hay nada que pueda sustituir al personal quirúrgico adecuadamente formado y atento. Es importante leer, comprender y seguir las instrucciones de funcionamiento suministrados con este o cualquier equipo electroquirúrgico.

La electrocirugía se ha usado de manera segura en millones de intervenciones.

Antes de iniciar cualquier intervención quirúrgica, el cirujano debe de estar formado en la técnica y la intervención quirúrgica particular que se va a realizar, debe de estar familiarizado con la literatura médica relativa a la intervención y las eventuales complicaciones, y también con los riesgos frente a las ventajas de utilizar la electrocirugía en la intervención.¹¹

¹¹ Covidien Argentina S.A. Plataforma de energía (Generador electroquirúrgico). Buenos Aires. Mayo 2016.

¿QUÉ ES LA DIATERMIA?

El procedimiento consiste en administrar una corriente eléctrica de alta frecuencia a través del tejido objetivo, lo que aumenta su temperatura.

El efecto de calentamiento del instrumento quirúrgico utilizado para el procedimiento se controla mediante la forma de onda de la corriente.

Una corriente de baja tensión y alta frecuencia provoca un rápido aumento de la temperatura, lo que hace que el tejido se evapore rápidamente; básicamente cortando el tejido. Una corriente de alto voltaje y baja frecuencia da como resultado un efecto de calentamiento más gradual que desnaturaliza las proteínas en el tejido, lo que resulta en la coagulación y la oclusión de los vasos sanguíneos afectados. Figura 7 ¹²



Figura 7 corriente corte/coagulación

¹² Karjalainen M , Kontunen A, Saari S, Rönkkö T, Leikkala J, Roine A , Oksala N. The Characterization of Surgical Smoke of Various Tissues and its Implications for Job Security. 12 de abril de 2018 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195274>

EFECTOS DEL HUMO DE LA ELECTROCIRUGÍA

En los últimos años, los proveedores e investigadores han mostrado una creciente preocupación por la seguridad de los dispositivos electroquirúrgicos.

Los estudios han demostrado una asociación entre las columnas de humo de la electrocirugía y los dolores de cabeza agudos; irritación de ojos, nariz y garganta; dermatitis; cólico; y afecciones pulmonares agudas y crónica.

Aunque pocos artículos discutieron el vínculo entre el humo electroquirúrgico y problemas de salud específicos, estos efectos pueden ser un resultado directo de la composición del humo.¹³

Los lápices quirúrgicos de acuerdo a diversas investigaciones son considerados como alto riesgo muta génico comparado a la inhalación del humo del cigarro. Se ha demostrado que la potencia muta génica resultante del pirolisis de 1 g de tejido es equivalente a fumar 6 cigarrillos sin filtro.¹⁴

Las plumas quirúrgicas tienen contenidos similares a otras plumas de humo, que incluyen monóxido de carbono, hidrocarburos poli aromáticos y una variedad de gases tóxicos traza. Como tales, pueden producir irritación de las vías respiratorias superiores y tener un potencial mutagénico in vitro.

Aunque no se ha documentado la transmisión de enfermedades infecciosas a través del humo quirúrgico, puede existir la posibilidad de generar fragmentos virales infecciosos, particularmente después del tratamiento de verrugas venéreas.¹⁵

Se han identificado más de 600 compuestos emitidos por este humo, dentro de los que se encuentran los conocidos como hidrocarburos aromáticos, Policíclico,

¹³ Okoshi, K., Kobayashi, K., Kinoshita, K., Tomizawa, Y., Hasegawa, S., & Sakai, Y. Health risks associated with exposure to surgical smoke for surgeons and operation room personnel. *Surgery Today*. 2015. 45, 957-965. doi:10.1007/s00595-014-1085-z

¹⁴ Pluma láser / electrocirugía. (El sitio web de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA)) <https://www.osha.gov/SLTC/laserelectrosurgeryplume/>. Accedido el 16 de octubre de 2018.

¹⁵ Ídem

benceno, tolueno, formaldehído y acroleína, todos estos reconocidos como carcinogénicos Tabla I¹⁶

Table 2. Average concentrations of the selected substances in the urine samples taken from the 82 patients before and after the surgery

Tested substance	Concentration (µg/l)			p in the test comparing the averages for dependent variables
	M±SEM	Me	range	
Benzene				
before surgery	0.280±0.045	±0.150	0.000-2.240	< 0.0005
after surgery	0.867±0.143	±0.310	0.020-6.060	
Toluene				
before surgery	0.718±0.110	±0.450	0.080-6.850	0.039
after surgery	1.051±0.138	±0.675	0.140-7.660	
Ethylbenzene				
before surgery	1.518±0.104	±1.480	0.110-4.900	0.100
after surgery	1.765±0.164	±1.480	0.090-6.220	
M-, p-xylene				
before surgery	2.082±0.173	±1.880	0.150-6.560	0.268
after surgery	1.876±0.233	±1.260	0.110-9.000	
O-xylene				
before surgery	1.042±0.114	±0.785	0.060-6.060	0.883
after surgery	1.064±0.112	±0.725	0.050-4.720	

M - mean; SEM - standard error of measurement; Me - median.

Figura 8 Tabla I de concentración de sustancias

Otros productos químicos que se encuentran en el humo electroquirúrgico incluyen los irritantes oculares y respiratorios, furfural y estireno, un teratógeno y carcinógeno que se sabe afectan el sistema nervioso central¹⁷

Los estudios desarrollados en Lübeck (Alemania)¹⁸, Changhua (Taiwán)¹⁹ y en Uppsala (Suecia)²⁰ identificaron estos compuestos en el humo quirúrgico generado por este dispositivo.

¹⁶ NAVARRO, María C; GONZALEZ, Raquel; ALDRETE, María G and CARMONA, David E. Cambios en la mucosa nasal de los médicos por exposición al humo por electrocoagulación. Rev. Fac. Nac. Salud Pública [online]. 2016, vol.34, n.2, pp.135-144. ISSN 0120-386X. <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v34n2a02>.

¹⁷ Lindsey, C., Hutchinson, M., & Mellor, G. (2015). The nature and hazards of diathermy plumes: A review. AORN Journal, 101, 428-442. doi:10.1016/j.aorn.2015.01.021

¹⁸ Kisch T, Liodaki E, Kraemer R, Mailaender P, Brandenburger M, Hellwig V, et al. Los dispositivos de electrocauterio con modo de retroalimentación y cuchillas recubiertas de teflón crean menos humo quirúrgico para una mejora de la calidad en el quirófano. Medicina. 2015; 94 (27): 1-6. doi: 10.1097 / MD.0000000000001104

Durante el uso de la unidad de electrocirugía en los diferentes tejidos se pueden liberar grandes cantidades de virus, bacterias y células viables los cuales al desprenderse son transportados en el aire hasta su finalización en cuanto el personal lo inhala.

Se ha señalado que el ejercicio de la profesión lleva implícito un riesgo que está muy relacionado con las características de su desempeño.

En el caso de los espacios donde se llevan a cabo procedimientos quirúrgicos, los profesionales de la salud constituyen un grupo profesional con elevado riesgo por la complejidad de sus tareas y los factores de riesgo presentes.

Por esta razón, en las salas de operaciones la inhalación y contacto con agentes físicos, químicos y biológicos, ponen en riesgo la salud de los trabajadores²¹

Los investigadores han encontrado que existe un mayor cumplimiento con la evacuación del humo quirúrgico durante los procedimientos con láser en comparación con los procedimientos electroquirúrgicos, aunque el humo generado por la electrocirugía es más peligroso que el humo generado por los láseres.²²

Se deben implementar medidas preventivas durante las cirugías en quirófanos para disminuir los peligros químicos relacionados con la exposición al humo quirúrgico, como los sistemas de escape locales y los sistemas de ventilación

¹⁹ Tseng HS, Liu SP, Uang SN, Yang LR, Lee SC, Liu YJ, et al. Riesgo de cáncer de exposición incremental a hidrocarburos aromáticos policíclicos en humo de electrocauterio para personal de mastectomía. *Wld J Surg Oncol*. 2017; 12 (31): 1-8. doi: 10.1186 / 1477-7819-12-31

²⁰ Andréasson SN, Mahteme H, Sahlberg B, Anundi H. Hidrocarburos aromáticos policíclicos en humo de electrocauterio durante procedimientos de peritonectomía. *J Environ Salud Pública*. 2016 (929053): 1-6. doi: 10.1155 / 2016/929053 Acceso Marzo 2019.

²¹ Navarro María C, Gonzalez R, Aldrete M, And Carmona, D E. Cambios En La Mucosa Nasal De Los médicos por exposición al humo por electrocoagulación. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública [online]*. 2016, vol.34, n.2, pp.135-144. ISSN 0120-386X. <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v34n2a02>.

²² Claudio Caroline Vieira, Ribeiro Renata Perfeito, Martins Júlia Trevisan, Marziale María Helena Palucci, Solci María Cristina, Dalmas José Carlos. Hidrocarburos aromáticos policíclicos producidos por humo de electrocauterio y el uso de equipos de protección personal 1. *Rev. Latino-Am. Enfermagem [internet]*. 2017 [citado 2019 24 de marzo]; 25: e2853. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692017000100314&lng=en. Epub 09 de marzo de 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1561.2853>.

efectivos²³ además del uso de respiradores por parte del personal intraoperatorio y gafas de seguridad.²⁴

La cauterización de tejidos realizada por electrocauterización genera productos como vapor de agua y humo quirúrgico, en los que se identificaron hidrocarburos Policíclico aromáticos, cianuro de hidrógeno, formaldehído, monóxido de carbono, entre otros, siendo algunos de estos compuestos considerados cancerígenos.

Durante los procedimientos quirúrgicos, el humo quirúrgico es inhalado por profesionales expuestos al uso de electrocauterización. Debido al tamaño de las partículas contenidas en este humo, que van desde 200 micrómetros hasta unidades de menos de 10 nanómetros, los componentes inhalados pueden depositarse en los pulmones causando molestias respiratorias.²⁵

La exposición a largo plazo al humo quirúrgico puede favorecer el desarrollo de cáncer, enfermedades neurológicas, enfermedades cardíacas y respiratorias.

Los síntomas resultantes de la inhalación de humo quirúrgico, descritos en la literatura son: irritación ocular, dolor de cabeza, náuseas y vómitos, asma, bronquitis crónica, lesiones nasofaríngeas, irritación de la mucosa nasal y la cavidad oral, ardor en la faringe, debilidad, fatiga, congestión nasal, sensación de cuerpo extraño en la garganta y estornudos.

El humo de electrocauterio se considera un riesgo para los trabajadores expuestos, incluidos los instructores quirúrgicos. Estos profesionales pueden estar más expuestos al riesgo de desarrollar signos y síntomas porque inhalan humo quirúrgico, ya que trabajan cerca del campo operatorio, estando más cerca de la fuente de humo.

²³ Nueva Gales del Sur. Seguridad y Salud Laboral. Salud y seguridad en el trabajo: control de la exposición a la pluma quirúrgica [Internet]. Sydney: Salud y seguridad ocupacional; 2015. [Acceso 20 de enero de 2016]. Disponible en: http://www0.health.nsw.gov.au/policias/gl/2015/pdf/GL2015_002.pdf

²⁴ Claudio Caroline Vieira, Ribeiro Renata Perfeito, Martins Júlia Trevisan, Marziale María Helena Palucci, Solci María Cristina, Dalmas José Carlos. Hidrocarburos aromáticos policíclicos producidos por humo de electrocauterio y el uso de equipos de protección personal 1. Rev. Latino-Am. Enfermagem [internet]. 2017 [citado 2019 24 de marzo]; 25: e2853. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692017000100314&lng=en. Epub 09 de marzo de 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1561.2853>.

²⁵ Saito A C, Margatho Salles A, Bieniek Apolinario A, Stanganelli N C, Ribeiro Perfeito R. Signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico en el equipo de enfermería. Esc. Anna Nery [Internet]. 2019 [consultado el 06 de noviembre del 2019]; 23 (3): e20180292. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452019000300201&lng=en. Epub, 11 de abril de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2018-0292>.

Las sustancias contenidas en el humo quirúrgico producido por el electrocauterio causan daños a los profesionales de la salud en proporción a la exposición, ya que tienen efectos acumulativos y requieren un seguimiento prolongado de estos trabajadores expuestos.

Las consecuencias de la exposición al humo quirúrgico están influenciadas por factores como la técnica quirúrgica, el tipo de procedimiento, la patología del tejido objetivo, el tipo de energía suministrada por el equipo, los niveles de potencia utilizados en él, entre otros. Las manifestaciones y consecuencias de la inhalación de humo quirúrgico en profesionales de la salud han recibido gran atención, siendo discutidas por autores e instituciones de referencia para la enfermería perioperatoria.

Sin embargo, es necesario desarrollar una investigación que aumente el nivel de evidencia sobre el tema, que evalúe los signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico en cada grupo de trabajadores, ya que todavía hay pocos estudios que indiquen esta prevalencia en tecnólogos quirúrgicos.²⁶

Con respecto al tiempo de trabajo en el centro quirúrgico, una encuesta realizada en los Estados Unidos encontró que prácticamente el 70% de las enfermeras tenían más de 16 años de experiencia, un resultado cercano al encontrado en el presente estudio, así como en Turquía, El 23.5% de los encuestados informó haber operado en el área del centro quirúrgico durante más de 15 años.

En Brasil, el equipo de enfermería que actúa en el centro quirúrgico está compuesto por enfermeras, enfermeras perfusionistas, técnicos de enfermería y tecnólogos quirúrgicos. La instrumentación quirúrgica es una actividad restringida al profesional que realizó el curso de instrumentación quirúrgica, pero incluso si se trata de una actividad de enfermería, no es exclusiva de esta profesión, pero la persona que la realiza debe ser supervisada por el líder técnico de la unidad.²⁷ En este estudio, los tecnólogos quirúrgicos son auxiliares de enfermería y técnicos (58.7%).

En relación con los signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico, en un estudio transversal realizado con médicos residentes de varias especialidades quirúrgicas, el 58% informó sensación de cuerpo extraño en la garganta, 22% ardor en la faringe, 4% náuseas y 2% de congestión nasal. En este

²⁶ Saito A C, Margatho Salles A, Bieniek Apolinario A, Stanganelli N C, Ribeiro Perfeito R. Signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico en el equipo de enfermería. Esc. Anna Nery [Internet]. 2019 [consultado el 06 de noviembre del 2019]; 23 (3): e20180292. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452019000300201&lng=en. Epub, 11 de abril de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2018-0292>.

²⁷ SOBECC / SOBECC Associação Brasileira de Enfermeiros de Centro. Direcciones de prácticas en enfermería quirúrgica y procesamiento de productos para la salud. Cirúrgico, Recuperação Anestésica e Centro de Material e Esterilização. 7ª ed. Barueri: Manole / SOBECC; 2017

estudio, se encontró que la congestión nasal y las náuseas y los vómitos eran más prevalentes entre los tecnólogos quirúrgicos, con 6.5% y 19.6%, respectivamente.

Una investigación realizada con enfermeras del centro quirúrgico, cirujanos médicos y anesthesiólogos encontró que entre el grupo de enfermeras, los síntomas más comunes fueron dolor de cabeza (48,9%), tos (48,9%) y náuseas (44,4%). En el grupo médico hubo un predominio del dolor de cabeza (58.3%) seguido de otros síntomas como estornudos, irritación, infecciones del tracto respiratorio, debilidad, mialgia, dermatitis, conjuntivitis, anemia, enfermedades cardiovasculares, lesiones nasofaríngeas, dolor abdominal y vómitos. Todos los resultados de este estudio fueron superiores en comparación con la presente investigación, en la que no se encontró el síntoma de la tos Tabla II.²⁸

Variables	Tecnólogo quirúrgico n = 27 n (%)	Tecnólogo no quirúrgico n = 19 n (%)	valor p *
Irritación de ojo			0,02
si	11 (23,9)	2 (4,3)	
No	16 (34,8)	17 (37,0)	
Irritación de la mucosa nasal y la cavidad oral.			0,03
si	8 (17,4)	1 (2,2)	
No	19 (41,3)	18 (39,1)	
Dolor de cabeza			0,04
si	12 (26,1)	3 (6,5)	
No	15 (32,6)	16 (34,8)	
Congestión nasal			0,06
si	9 (19,6)	2 (4,3)	
No	18 (39,1)	17 (37,0)	
Estornudos			0,06
si	9 (19,6)	2 (4,3)	
No	18 (39,1)	17 (37,0)	
Sensación de cuerpo extraño en la garganta.			0,17
si	5 (10,9)	1 (2,2)	
No	22 (47,8)	18 (39,1)	
Lesiones nasofaríngeas			0,30
si	1 (2,2)	0 0	
No	26 (56,5)	19 (41,3)	
Ardor en la faringe			0,40
si	7 (15,2)	3 (6,5)	
No	20 (43,5)	16 (34,8)	
Náuseas y / o vómitos			0,48
si	3 (6,5)	1 (2,2)	
No	24 (52,2)	18 (39,1)	
Debilidad			0,77
si	2 (4,3)	1 (2,2)	
No	25 (54,3)	18 (39,1)	
Fatiga			0,95
si	3 (6,5)	2 (4,3)	
No	24 (52,2)	17 (37,0)	

Figura 9 Tabla 2 Comparación de la prevalencia de signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico en tecnólogos quirúrgicos del personal de enfermería del centro quirúrgico. Paraná, Brasil, 2017.

²⁸ Saito A C, Margatho Salles A, Bieniek Apolinario A, Stanganelli N C, Ribeiro Perfeito R. Signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico en el equipo de enfermería. Esc. Anna Nery [Internet]. 2019 [consultado el 06 de noviembre del 2019]; 23 (3): e20180292. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452019000300201&lng=en. Epub, 11 de abril de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2018-0292>.

En este estudio, la prevalencia de dolor de cabeza fue del 32,6%; irritación ocular 28.2%; congestión nasal y estornudos 23.9%; irritación de la mucosa nasal y la cavidad oral 19.6%. Los resultados mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre el acto de instrumentación y la prevalencia de signos y síntomas en el grupo de tecnólogos quirúrgicos, principalmente irritación ocular ($p = 0.02$), irritación de la mucosa nasal y la cavidad oral ($p = 0.03$), y dolor de cabeza ($p = 0,04$). La congestión nasal y los estornudos fueron cercanos a la significación estadística ($p = 0.06$).

Esta investigación evidenció una mayor prevalencia de todos los signos y síntomas entre los profesionales que trabajan como tecnólogos quirúrgicos; hubo una diferencia estadísticamente significativa entre el acto de instrumentar con la presencia de al menos uno de los signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico ($p = 0.01$). Después de su formación, el humo quirúrgico se dispersa rápidamente en salas quirúrgicas; sin embargo, en la altura respiratoria de los cirujanos, las concentraciones de los componentes químicos del humo pueden ser de 40 a 100 veces mayores que en el resto del medio ambiente.

Los tecnólogos quirúrgicos son los trabajadores que, además de los cirujanos, están muy cerca del campo operatorio, presentando una mayor posibilidad de inhalación del humo quirúrgico en comparación con los profesionales que no realizan esta actividad, lo que puede explicar la importancia estadística encontrada en este estudio. Cabe señalar que la irritación de los ojos, la irritación de la mucosa nasal y la cavidad oral y el dolor de cabeza pueden tener consecuencias para el trabajador que lo realiza a largo plazo.²⁹

Un estudio indicó las precauciones utilizadas para la protección individual por profesionales que usan electrocauterización. Se encontró que el 91.1% de las enfermeras y el 86.1% de los médicos usan máscaras quirúrgicas comunes. Sin embargo, el uso de este tipo de mascarilla no proporciona protección adecuada para la filtración y protección contra los riesgos inherentes a la inhalación de humo quirúrgico. La exposición crónica al humo quirúrgico puede transmitirse al virus del trabajador expuesto y causar cáncer, enfermedades neurológicas, enfermedades cardíacas y respiratorias que pueden prevenirse mediante el uso de dispositivos de seguridad como aspiradores de humo y máscaras apropiadas.³⁰

A pesar de la recomendación de usar filtros, aspiradores de humo y el uso de N 95 máscaras que protegen al trabajador expuesto a la inhalación del humo quirúrgico, la incorporación de estos dispositivos sigue siendo precaria debido a la

²⁹ Saito A C, Margatho Salles A, Bieniek Apolinario A, Stanganelli N C, Ribeiro Perfeito R. Signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico en el equipo de enfermería. Esc. Anna Nery [Internet]. 2019 [consultado el 06 de noviembre del 2019]; 23 (3): e20180292. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452019000300201&lng=en. Epub, 11 de abril de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2018-0292>.

³⁰ Schultz L. ¿Puede la evacuación eficiente del humo limitar la aerosolización de bacterias? AORN J [Internet]. 2015 julio. 102 (1): 7-14.

molestia relacionada con el ruido producido por El dispositivo, el uso de la máscara y el no reconocimiento de la inhalación de humo quirúrgico como un riesgo.³¹

Las barreras a la adherencia están relacionadas con la gran cantidad de equipos disponibles en el mercado, con la resistencia de los trabajadores involucrados y el ruido emitido por los equipos. Para cumplir con las recomendaciones sobre dispositivos de protección, es necesario invertir en conocimiento y capacitación sobre el tema, implementación de programas educativos y apoyo a los líderes, para aplicar recomendaciones internacionales para un ambiente libre de humo.

Las inversiones relacionadas con un ambiente quirúrgico libre de humo son necesarias y urgentes, como lo demuestran los preocupantes resultados de este estudio, ya que el 43.5% de los trabajadores informaron no conocer el problema y el 67.4% presentaron signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico. Las inversiones deben extrapolar la atención a los trabajadores del personal de enfermería y también a todos aquellos expuestos a los males causados por la inhalación de humo quirúrgico, como los médicos residentes y los cirujanos.

Los resultados encontrados en esta investigación no pueden generalizarse, porque es un estudio transversal, realizado en un solo centro quirúrgico y el uso de muestreo de conveniencia.

Como limitación de este estudio, se considera el pequeño tamaño de muestra de los trabajadores de enfermería que se inhalan humo quirúrgico en este centro quirúrgico y también es necesario tener en cuenta que los signos y síntomas informados en la literatura científica relacionados con la exposición al humo quirúrgico También se puede considerar como pródromos de otras enfermedades comunes en la población general.³²

³¹ Romano F, Gustén J, De Antonellis S, Joppolo CM. Humo electroquirúrgico: mediciones de partículas ultrafinas y calidad del entorno de trabajo en diferentes quirófanos. *Int J Environ Res Salud Pública* [Internet]. 2017 ene; [consultado el 1 de octubre de 2018]; 14 (2): 137. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph14020137>

³² Saito A C, Margatho Salles A, Bieniek Apolinario A, Stanganelli N C, Ribeiro Perfeito R. Signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico en el equipo de enfermería. *Esc. Anna Nery* [Internet]. 2019 [consultado el 06 de noviembre del 2019]; 23 (3): e20180292. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452019000300201&lng=en. Epub, 11 de abril de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2018-0292>.

EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (MASCARILLAS)

Las barreras al cumplimiento de las medidas preventivas incluyen la falta de equipo, resistencia del médico, desconocimiento sobre el tema y falta de recursos e insumos.

Las mascarillas quirúrgicas y las máscaras FFP (Filtering Face Piece, un tipo de máscara de protección respiratoria), son las principales medidas de barrera usadas en los centros sanitarios para evitar que, los trabajadores de salud y otras personas (pacientes, visitantes,...) puedan adquirir, a través de su boca y nariz, los gérmenes que colonizan o infectan las mucosas respiratorias de los pacientes y que estos proyectan al exterior (cuando respiran, hablan, tosen o estornudan) en forma de gotitas y/o aerosoles.

El uso de las mascarillas quirúrgicas y de máscaras FFP, juega un papel importante dentro de las estrategias de aplicación de las Precauciones de Prevención y Control de Infección, tanto de las Precauciones Estándar como de las Precauciones Adicionales (de Contacto, de Gotitas y Aérea) usadas en los centros sanitarios para evitar la transmisión de gérmenes patógenos.³³

En los últimos años, sobre todo después del brote de Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) en Canadá en 2003, se produjeron algunos cambios parciales en el paradigma de transmisión de gotitas y aerosoles, que se deben tener en cuenta a la hora de establecer las indicaciones de uso de las mascarillas quirúrgicas y de las máscaras FFP en los centros sanitarios.

Mascarillas quirúrgicas

Las mascarillas quirúrgicas son usadas tradicionalmente para reducir la posibilidad de infecciones de la herida quirúrgica. Están diseñadas para evitar la diseminación, de dentro afuera, de microorganismos que están normalmente presentes en la boca, nariz o garganta del personal quirúrgico, y que pueden ser proyectados sobre el campo quirúrgico, contaminándolo, al respirar, hablar,

³³ Vázquez-Vizoso F, García García M J, Abaira García L, del Campo Pérez V. Uso de mascarillas quirúrgicas y máscaras FFP en las precauciones de aislamiento de los centros sanitarios. Guía de la SOGAMP (Sociedad de Galega de Medicina Preventiva). Octubre 2015.

estornudar o toser. Una mascarilla quirúrgica es “un producto sanitario que cubre la boca y la nariz, proporcionando una barrera para reducir al mínimo la transmisión directa de agentes infecciosos entre el personal quirúrgico y el paciente”. Las mascarillas quirúrgicas deben cumplir la Directiva de Productos Sanitarios 93/42/CEE, y el Real Decreto 1591/2009 (por el que se regulan los productos sanitarios); sus características deben ser acordes con la Norma UNE-EN 14683:2014. Dado que el objetivo fundamental de su diseño no es proteger al trabajador sino que es proteger el campo quirúrgico, las mascarillas quirúrgicas no se consideran Equipos de Protección Individual (EPI). Las mascarillas quirúrgicas pueden tener distintas formas (rectangular con pliegues, en pico de pato...); también pueden tener características adicionales, como un escudo facial para proteger los ojos (con o sin función anti-niebla) o un puente nasal para mejorar el ajuste al contorno de la nariz; en general suelen cubrir también el mentón. Deben estar sujetas de manera que se prevenga al máximo la entrada y salida de aire por los lados, para lo que las cintas deben estar apretadas de manera que la mascarilla se ajuste al contorno facial.³⁴



Figura 10 Mascarillas quirúrgicas

Una mascarilla quirúrgica debe ser eliminada cuando finalice el procedimiento en el que fue preciso su uso, y no debe dejarse alrededor del cuello. Cuando se va a iniciar un nuevo procedimiento que exige el uso de una mascarilla quirúrgica, debe utilizarse una nueva, e higienizarse las manos antes de ponerla. Las mascarillas

³⁴ Vázquez-Vizoso F, García García M J, Abreira García L, del Campo Pérez V. Uso de mascarillas quirúrgicas y máscaras FFP en las precauciones de aislamiento de los centros sanitarios. Guía de la SOGAMP (Sociedade Galega de Medicina Preventiva). Octubre 2015

quirúrgicas se clasifican en dos Tipos (I y II), dependiendo de su Eficacia de Filtración Bacteriana (EFB) y de su “Respirabilidad”. El Tipo II puede ser, a su vez, resistente o no a salpicaduras. La EFB mide la efectividad de una mascarilla quirúrgica para capturar las gotitas de aerosol, que contienen bacterias, y que pueden emitir los profesionales de salud que usen la mascarilla. La “Respirabilidad” es un indicador de comodidad de uso, y se mide como presión diferencial. Los anexos B y C de la Norma UNE-EN 14683:2014, establece las pruebas de EFB y de Respirabilidad que, para ser autorizadas, las mascarillas quirúrgicas deben demostrar que poseen.³⁵

En la Tabla III se especifican los distintos tipos de mascarillas quirúrgicas que existen en función de sus requisitos de funcionalidad.

Tabla I - Tipos de mascarillas quirúrgicas y sus requisitos de funcionalidad			
Ensayo	Tipo I	Tipo II	Tipo IIR
Eficacia de Filtración Bacteriana (EFB) en %	≥ 95	≥ 98	≥ 98
Presión Diferencial (Pa) ^a	< 29,4	< 29,4	< 49,0
Presión de Resistencia a las Salpicaduras (kPa) ^b	No se precisa	No se precisa	≥16,0

^a La Presión Diferencial es un indicador de la “Respirabilidad” de la Mascarilla.

Se mide en Pascales (1 Pa = 9,806 mm de agua).

^b Las mascarillas quirúrgicas del Tipo IIR son resistentes a las salpicaduras. 1 kPa=1000 Pa

Figura 11 Tabla III Tipos de mascarillas quirúrgicas y sus requisitos de funcionalidad

Las mascarillas quirúrgicas Tipo II pueden proteger adicionalmente, o no, contra las salpicaduras de líquidos (sangre y/o otros líquidos biológicos) potencialmente contaminados.

Las mascarillas Tipo IIR son resistentes a salpicaduras, característica que se testa de acuerdo con lo establecido en la Norma ISO 22609, que permite comprobar su resistencia contra la penetración de sangre sintética en condiciones controladas.

³⁵ Vázquez-Vizoso F, García García M J, Abraira García L, del Campo Pérez V. Uso de mascarillas quirúrgicas y máscaras FFP en las precauciones de aislamiento de los centros sanitarios. Guía de la SOGAMP (Sociedade Galega de Medicina Preventiva). Octubre 2015

Las mascarillas quirúrgicas Tipo I deben emplearse solo para pacientes y otras personas con el objetivo de reducir el riesgo de que puedan transmitir infecciones, particularmente en situaciones de epidemias o pandemias.

Las mascarillas quirúrgicas Tipo I no están previstas para ser utilizadas por el personal de salud en un quirófano ni en otros entornos similares. Desde hace muchos años, las mascarillas quirúrgicas tienen en los centros sanitarios otros usos complementarios, además del quirúrgico original para el que están diseñadas.

Así, las mascarillas quirúrgicas también se utilizan, y está indicado hacerlo, como una medida de barrera incluida en las Precauciones Estándar, con el objetivo de proteger las mucosas bucal y nasal del personal de salud, cuando se realizan técnicas que pueden provocar salpicaduras de sangre u otros fluidos corporales que contenga o pueda contener microorganismos patógenos. Otro uso frecuente de las mascarillas quirúrgicas en los centros sanitarios es como un elemento de las Precauciones de Aislamiento de Gotitas.³⁶

Como indican los Centers for Disease Control and Prevention (CDC), la transmisión por gotitas es, técnicamente, una forma de transmisión de contacto, en la que los microorganismos infecciosos viajan hasta las mucosas susceptibles del receptor (bucal, nasal, o conjuntival) incluidos en gotitas grandes (>5 µm), que se producen cuando un paciente habla y, sobre todo, cuando tose o estornuda.

Muchas enfermedades (gripe, infecciones por adenovirus, crup..., enfermedad meningocócica invasiva, paperas, Ébola) se transmiten a través de estas gotitas formadas por saliva que lleva en suspensión a los microorganismos que causan las enfermedades mencionadas; debido a que son relativamente grandes y/o tienen un alto contenido de saliva, las gotitas no permanecen suspendidas en el aire sino que rápidamente caen al suelo, por lo que estas enfermedades no se transmiten a las personas que están situadas a ≥1 metro de distancia del paciente.

Las mascarillas quirúrgicas también son utilizadas por el personal de salud cuando se realizan procedimientos que requieren una técnica aséptica fuera del quirófano, con el objetivo de proteger a los pacientes de la exposición a los patógenos que el personal de salud pueda tener en su boca o nariz. Un ejemplo de este uso es la indicación de los CDC de usar mascarilla quirúrgica por parte del personal de salud que realice una punción lumbar, después de la investigación en 2004 de un brote de 8 meningitis post-mielografía. Además, los pacientes con tos, porque

³⁶ Vázquez-Vizoso F, García García M J, Abreira García L, del Campo Pérez V. Uso de mascarillas quirúrgicas y máscaras FFP en las precauciones de aislamiento de los centros sanitarios. Guía de la SOGAMP (Sociedade Galega de Medicina Preventiva). Octubre 2015

tienen o pueden tener una infección respiratoria (sobre todo si además de la tos tienen fiebre), deben ponerse una mascarilla quirúrgica cuando estén con otras personas (trabajadores de salud,...), con el objetivo de reducir la posibilidad de transmitirles los gérmenes que están en el origen de la infección que tienen o pueden tener; este uso de las mascarillas quirúrgicas, es un componente del llamado Protocolo de Higiene Respiratoria, y está incluido en las Precauciones Estándar.³⁷

Máscaras FFP

La legislación laboral establece que los trabajadores, cuando están expuestos a un contaminante (gas, producto químico, sustancia biológica...) presente en el aire y que puede ser peligroso para su salud al ser inhalado, deben usar un Equipo de Protección Individual (EPI) que proporcione protección respiratoria. Estos equipos deben estar certificados de acuerdo con el RD 1407/2009 por el que se regulan los EPI, lo que se evidencia con el marcado CE de conformidad. Los Equipos de Protección Respiratoria, o Equipos de Protección Individual Respiratorios (EPI-R), están diseñados específicamente para proteger a los usuarios contra contaminantes ambientales (agentes químicos, biológicos...). De una manera general, estos equipos se pueden clasificar en:

A) Equipos Aislantes, que suministran un gas no contaminado respirable (aire u oxígeno) procedente de un fuente independiente del medio ambiente, evitando así que el trabajador respire el aire de ambientes pobres en oxígeno o que presenten contaminantes (conocidos o desconocidos).

B) Equipos Filtrantes, que eliminan los contaminantes existentes en el aire ambiental haciendo que el aire, antes de ser inhalado, pase a través de un material filtrante que retiene los contaminantes existentes en el aire ambiental.

Existen diversos tipos de Equipos Filtrantes:

B.1 Equipos Filtrantes Asistidos o Motorizados, en los que el gas respirable pasa a través de los filtros impulsado por un moto ventilador.

B.2 Equipos Filtrantes de Presión Negativa (EFPN) o No Motorizados, en los que la inhalación del usuario crea una presión negativa que hace pasar al aire a través del filtro. No existe una clasificación y taxonomía unívoca para la descripción de estos equipos.

³⁷ Vázquez-Vizoso F, García García M J, Abraira García L, del Campo Pérez V. Uso de mascarillas quirúrgicas y máscaras FFP en las precauciones de aislamiento de los centros sanitarios. Guía de la SOGAMP (Sociedade Galega de Medicina Preventiva). Octubre 2015

Suele diferenciarse entre Equipos Filtrantes para Partículas (que protegen frente a aerosoles sólidos o líquidos), y Equipos Filtrantes para Gases y Vapores (que protegen frente a diversos tipos de gases y vapores: orgánicos, inorgánicos, de azufre y gases ácidos, amoníaco...). Algunos de estos equipos presentan filtros recambiables, que se desechan al final de su vida útil, mientras que el resto de la máscara facial es reutilizable.

Otros equipos filtrantes realizan la labor de filtro mediante la propia superficie de la máscara (Equipos Auto filtrantes), por lo que se desechan totalmente una vez finalizada su vida útil. Pueden cubrir toda la cara (máscara completa), o solo la nariz, boca y mentón (medias máscaras). Las máscaras Auto filtrantes para Partículas, protegen contra la inhalación de aerosoles sólidos o líquidos (pero no protegen contra gases y vapores), y son ampliamente usadas en distintos sectores de actividad (industria química, minera, de construcción, alimentaria).

En los centros sanitarios, los equipos de protección Individual respiratoria más usados son las máscaras FFP, un tipo de máscaras auto filtrantes para partículas que se usan durante la atención sanitaria, para evitar que los trabajadores de salud inhalen aerosoles que pueden contener agentes biológicos peligrosos procedentes de los pacientes. Las máscaras FFP deben cumplir la Norma UNE-EN 149:2001+A1:2010. En esta Norma, este tipo de máscaras son denominadas “Media Máscara Filtrante”, en alusión a que solo cubren la mitad de la cara; sin embargo esta denominación no es usada en la realidad de los centros sanitarios gallegos y españoles.³⁸

Los términos mascarillas de Protección, máscaras de Protección Respiratoria (MPR), Equipos de Protección Respiratoria (EPR), o Equipos de Protección Individual Respiratoria (EPI-R), a veces son usados en los centros sanitarios como sinónimos de las máscaras FFP, pues estas son con diferencia los tipos de equipos de protección individual respiratoria más usados en estos centros. La literatura en inglés denomina frecuentemente a estas máscaras FFP como “respirators” que a veces se traduce al gallego y al español como “respiradores”, lo que puede producir confusión pues esa denominación también se usa para referirse a máquinas de uso médico utilizadas en la respiración artificial.

El uso más importante de las máscaras FFP en los centros sanitarios es proteger, al personal de salud y a otras personas, contra la transmisión de microorganismos patógenos de los pacientes que se transmiten a través de Aerosoles. Con este objetivo, las máscaras FFP son un elemento fundamental de las medidas incluidas

³⁸ Vázquez-Vizoso F, García García M J, Abraira García L, del Campo Pérez V. Uso de mascarillas quirúrgicas y máscaras FFP en las precauciones de aislamiento de los centros sanitarios. Guía de la SOGAMP (Sociedade Galega de Medicina Preventiva). Octubre 2015

en las Precauciones de Aislamiento de Enfermedades de Transmisión Aérea (o por aerosoles).

Las máscaras FFP están diseñadas para proteger de fuera hacia dentro y, además de proteger contra las partículas de mayor tamaño que impactan en su superficie externa, están diseñadas para actuar como un filtro de los aerosoles de menor tamaño. Los microaerosoles, o “Núcleos Goticulares”, en general son el resultado de la evaporación de las gotitas emitidas a la atmósfera cuando el paciente tose o estornuda o, menos veces, de la aerosolización de material infeccioso.

Por su escaso contenido hídrico y, por su pequeño tamaño ($\leq 5 \mu\text{m}$) y peso, los microaerosoles pueden: quedar en suspensión en el aire, desplazarse lejos del lugar en el que está ubicado el paciente que los emite gracias a las corrientes de aire, y llegar hasta la parte inferior del tracto respiratorio de las personas que los inhalan. En mayor medida aún que en el caso de las mascarillas quirúrgicas, el correcto ajuste y el sellado de las máscaras para partículas es un elemento fundamental que condiciona su uso. La protección ofrecida por las máscaras de protección respiratoria FFP depende de su eficacia de filtración (cómo de bien el filtro retiene las partículas transportadas por vía aérea) así como de su ajuste (el sellado entre la máscara y la cara), por lo que el usuario de estos protectores deben asegurarse de que están bien ajustados a su perfil facial, lo que por cierto no es fácil de conseguir en una persona que lleve barba o patillas.

Es fácil comprobar si existe un buen ajuste exhalando con fuerza el aire y poniendo las manos alrededor del protector para comprobar si sale aire por los laterales, o inhalando con fuerza y comprobando que se produce una depresión en la máscara. La ausencia de un buen ajuste de la máscara FFP, por mal uso debido a falta de formación o por negligencia, supone un riesgo mucho más importante que el que se puede derivar del uso de una máscara con una capacidad de filtración menor que la indicada.³⁹

³⁹ Vázquez-Vizoso F, García García M J, Abreira García L, del Campo Pérez V. Uso de mascarillas quirúrgicas y máscaras FFP en las precauciones de aislamiento de los centros sanitarios. Guía de la SOGAMP (Sociedade Galega de Medicina Preventiva). Octubre 2015



Figura 12 Las máscaras FFP protegen de afuera para adentro

La norma europea UNE-EN 149:2001+A1:2010 establece tres categorías, que corresponden a tres niveles de protección diferentes: FFP1, FFP2, FFP3.

La falta de oxígeno o la presencia de sustancias nocivas en el aire que se respira pueden causar daños al cuerpo humano en un hecho conocido. La falta de oxígeno, que no es detectada por los sentidos, puede dar lugar a daños irreversibles en las células del cerebro, incluso puede llevar a la muerte. Por otro lado, la absorción de sustancias nocivas en el cuerpo humano puede provocar enfermedades diversas, incluyendo distintos tipos de cáncer.

En la medida en que sea posible, el control de los contaminantes en el aire debería conseguirse mediante ventilación-extracción, antes que con el uso de

Equipos de Protección Respiratoria (EPR).

Cuando este objetivo no se puede conseguir, o solo puede conseguirse de manera insuficiente, con las medidas técnicas u organizativas, entonces deberá hacerse uso de EPR adecuados para cada propósito individual.

El objetivo es proteger el sistema respiratorio de la inhalación de atmosferas peligrosas, ya sea por estar contaminadas con partículas, gases y vapores o por tener una deficiencia de oxígeno.

La clasificación va a depender de la eficacia del filtro. Pero todas tienen unas características comunes de las que queremos hablarte:

Estas máscaras filtrantes cubren la boca y la nariz y están compuestas de distintos materiales de filtración.

Es obligatorio usarla en los entornos de trabajo con un exceso de concentración máxima de trabajo (MAK) de polvo, humo o aerosoles que dañan de forma significativa la salud. Si se superan los límites de concentración máxima, el uso de máscaras respiratorias es obligatorio. Mascarilla FFP3: Protege frente a tipos venenosos y perjudiciales de polvo, humo y aerosoles, e incluso podemos incluir agentes patógenos como virus, bacterias y esporas de hongos oncogénicos y radiactivas, que se van a filtrar por esta clase de máscaras respiratorias.

La fuga total no puede ser mayor del 5%, y el MAK transgresión un valor máximo de treinta.

Estimamos la deposición de materia particulada (PM) del humo quirúrgico en el tracto respiratorio del personal de la sala de operaciones utilizando tejidos clínicamente relevantes de tejidos porcinos de la raza autóctona finlandesa que incluyen músculo esquelético, hígado, grasa subcutánea, pelvis renal, corteza renal, pulmón, bronquios, cerebro Materia gris y blanca, y piel.

Para estandarizar los cortes electroquirúrgicos y las concentraciones de humo, construimos una plataforma personalizada controlada por computadora.

Las partículas de humo se analizaron con un impactador eléctrico de baja presión (ELPI), que mide la concentración y la distribución aerodinámica del tamaño de las partículas con un diámetro entre 7 nm y 10 μm .⁴⁰



Figura 13 Mascarilla FFP3

Plataforma de pruebas

Para controlar la producción de humo, estandarizamos los cortes electroquirúrgicos (es decir, la longitud, la profundidad y la duración del corte) con una plataforma personalizada controlada por computadora, cuyo diagrama esquemático se presenta en la Fig. 14.

⁴⁰ Karjalainen M, Kontunen A, Saari S, Rönkkö T, Lekkala J, Roine A, et al. (2018) La caracterización del humo quirúrgico de diversos tejidos y sus implicaciones para la seguridad laboral. PLoS ONE 13 (4): e0195274. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.019527>

En el sistema, una cuchilla de diatermia se movió con una etapa xyz automatizada y la muestra de tejido medida se colocó en un electrodo de tierra construido a medida. Utilizamos tubos conductores (Tygon, Saint-Gobain, Francia) para el muestreo de aerosoles para minimizar las pérdidas eléctricas de las partículas. Los tubos se conectaron a un evacuador de humos disponible comercialmente (Surtron Evac, Quirumed, España).

La potencia del evacuador se estableció en cinco (de nueve), lo que equivale a una aspiración de 12 l / min. Medimos los ajustes de flujo con un calibrador de flujo comercial (Gilian Gilibrator 2, Sensidyne, Alemania). Recogimos el humo a 2 cm de la punta de diatermia, de modo que se capturó una alta proporción del humo. Llevamos a cabo las mediciones en un laboratorio ubicado en la facultad de Ciencias Biomédicas e Ingeniería en la Universidad de Tecnología de Tampere. Durante el estudio.

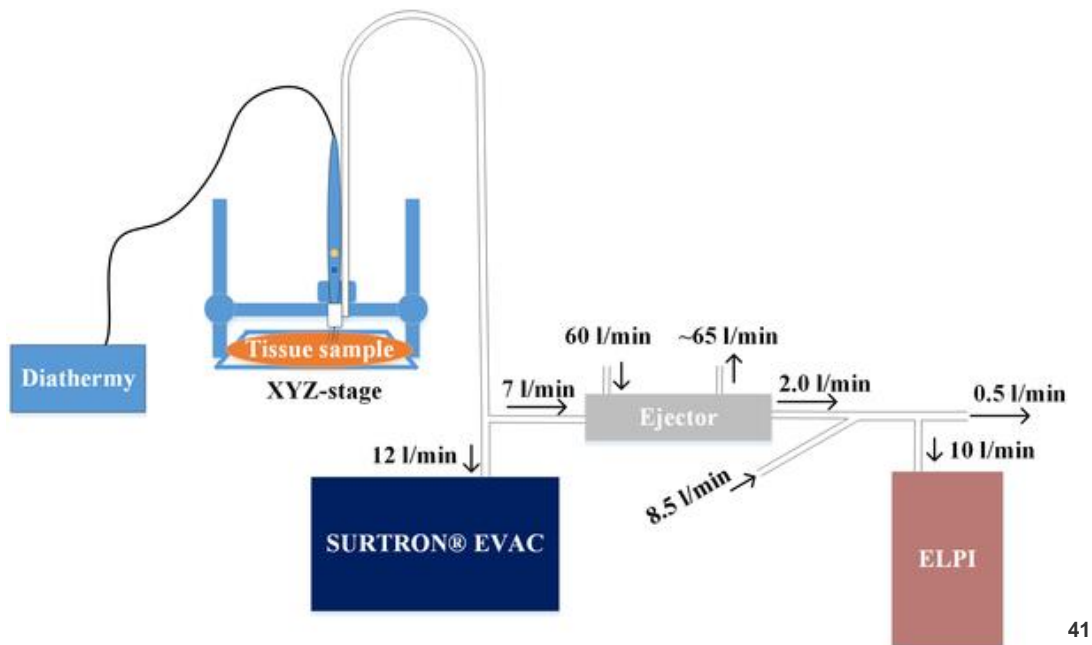


Figura 14 Diatermia

⁴¹ Figura 1 doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195274.g001>

La publicación de la Asociación de enfermeras de la sala de operaciones, *Prácticas recomendadas para electrocirugía*, establece que los sistemas LEV son suficientes para la protección adecuada del personal de quirófano y que el aparato de succión no debe instalarse a más de 2 pulgadas de la fuente generadora de humo.

Según Schultz (2015), la colocación de un dispositivo de succión cerca del sitio de la electrocirugía redujo el número de bacterias en aerosol después de su uso en tejido porcino incrustado con *Serratia marcescens*.⁴²

Además, la evacuación automática del humo durante la cirugía laparoscópica no solo reduce el riesgo de exposición a sustancias químicas nocivas, sino que también proporciona una mejor visión del campo operatorio.

Se ha demostrado que el uso de la succión para eliminar el humo electroquirúrgicos disminuye la cantidad de humo que alcanza el nivel de la máscara del operador de electrocauterio.

Si bien los catéteres de succión con puntas de mullu adheridas al tubo de succión Flexi-Rib para la extracción de humo son efectivos y económicos, los extractores de humo no se utilizan universalmente, y la mayoría de las instalaciones no han implementado prácticas. Para proteger a los pacientes y empleados del humo electroquirúrgico.

Sin el uso de sistemas de evacuación adecuados, un estudio informó que toma aproximadamente 20 minutos para que la materia particulada dentro del OR vuelva a la línea de base luego del uso de dispositivos de electrocirugía durante los procedimientos de reducción mamaria.⁴³

⁴² Bree, K., Barnhill, S., & Rundell, W. The Dangers of Electrosurgical Smoke to Operating Room Personnel: A Review. *Workplace Health & Safety*. 2017.65 (11), 517–526.

⁴³ Ídem

En México existe un compromiso para fortalecer la seguridad y la salud en el trabajo, a través de estrategias en los centros laborales para mantenerlos seguros e higiénicos; sin embargo, actualmente la ciencia y la tecnología médica han avanzado tanto que los médicos han tenido que especializarse para poder aprovechar con todo éxito sus conocimientos, al permitirles hacer diagnósticos más acertados, seguros y rápidos, que han elevado la esperanza y calidad de vida de millones de personas; pero, la aplicación de las nuevas tecnologías a la medicina ha incrementado factores de riesgo para el personal de salud.



CONCLUSIONES

Las unidades poseen sistemas de aire acondicionado central e individual, sin embargo, no existen extractores de humo. La literatura enfatiza que es necesario el tratamiento del aire en establecimientos de salud, utilizando sistemas de ventilación y extracción que sean capaces de promover la renovación y filtrado de aire que puede contener gases y microorganismos. Así, es posible reducir los riesgos químicos, como es el caso del humo quirúrgico. La ausencia de extractores se vuelve un agravante para la calidad del aire de este ambiente y, consecuentemente, para la salud del equipo intraoperatorio.

Las entradas y salidas de aire deben promover una circulación adecuada, siempre en el sentido del área menos para la más contaminada. Además de eso, la insuflación del aire debe ser proyectada de forma a minimizar corrientes y turbulencias. Las corrientes de aire, que muchas veces son generadas por el aire acondicionado individual, pueden facilitar la dispersión de Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos en el aire de las salas de operación.

Además de la extracción del aire de las salas de operación, la agencia norteamericana determina que el uso de una extracción local es fundamental, tanto en los procedimientos quirúrgicos abiertos como en los de video laparoscopia, para retirar los gases de las salas de operación provenientes del humo quirúrgico. La extracción local puede ser realizada por medio de un extractor de humo portátil conteniendo un filtro de alta eficiencia para los compuestos presentes en el aire.

Por tanto, se tiene como prioridad la adopción de medidas preventivas para minimizar los riesgos químicos debido a la exposición e inhalación del humo quirúrgico, incluyendo la utilización de Equipos de Protección Individual y el uso de sistemas de extracción local y de ventilación eficaces en las salas de operación. Entre las medidas recomendadas para la minimización de los efectos del uso del electrocauterio, está el uso de Equipos de Protección Individual. Las máscaras

respiratorias, como la del tipo N95, proporcionan filtración de por lo menos 95% de aerosoles, gases y humo.

La utilización de las máscaras respiratorias es regulada por una agencia norteamericana de salud ocupacional como protección secundaria en relación con la inhalación del humo quirúrgico.

BIBLIOGRAFIA

- Navarro M, González R, Alderete M, Carmona D. Cambios en la mucosa nasal de los médicos por exposición al humo por electrocoagulación. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2016; 34(2):135-144. DOI: 10.17533/udea.rfnsp.v34n2a02
- Caroline Vieira C, Ribeiro Perfeito R, Martins Trevisan J, Marziale Palucci M, Solci M, Dalmas J C. Hidrocarburos aromáticos policíclicos producidos por electrocauterización de humo y el uso de equipo de protección personal 1. Rev. Latino-Am. Enfermagem [Internet]. 2017 [consultado el 06 de noviembre del 2019]; 25: e2853. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010411692017000100314&lng=en. Epub 09 de marzo de 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1561.2853>.
- Schultz, L. Can efficient smoke evacuation limit aerosolization of bacteria? AORN Journal. 2015. 102, 7-14. doi:10.1016/j.aorn.2015.04.023
- Ruiz Zafra J, Estors Guerrero M, León Atance P, Moreno Mata N. UTILIZACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ENERGÍA EN CIRUGÍA TORÁCICA. Sociedad Española de Cirugía Torácica Paseo del General Martínez Campos 9, 2º. Madrid. Año 2016
- Covidien Argentina S.A. Plataforma de energía (Generador electroquirúrgico). Buenos Aires. Mayo 2016.
- Karjalainen M, Kontunen A, Saari S, Rönkkö T, Lekkala J, Roine A, Oksala N. The Characterization of Surgical Smoke of Various Tissues and its Implications for Job Security. 12 de abril de 2018 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195274>
- Okoshi, K., Kobayashi, K., Kinoshita, K., Tomizawa, Y., Hasegawa, S., & Sakai, Y. Health risks associated with exposure to surgical smoke for surgeons and operation room personnel. Surgery Today. 2015. 45, 957-965. doi:10.1007/s00595-014-1085-z
- Pluma láser / electrocirugía. (El sitio web de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) <https://www.osha.gov/SLTC/laserelectrosurgeryplume/>. Accedido el 16 de octubre de 2018.

- Pluma láser / electrocirugía. (El sitio web de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA)) <https://www.osha.gov/SLTC/laserelectrosurgeryplume/> . Accedido el 16 de octubre de 2018.
- Navarro María C; Gonzalez, Raquel; Aldrete, María G And Carmona, David E. Cambios en la mucosa nasal de los médicos por exposición al humo por electrocoagulación. Rev. Fac. Nac. Salud Pública [online]. 2016, vol.34, n.2, pp.135-144. ISSN 0120-386X. <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v34n2a02>.
- Lindsey, C., Hutchinson, M., & Mellor, G. (2015). The nature and hazards of diathermy plumes: A review. AORN Journal, 101, 428-442. doi:10.1016/j.aorn.2015.01.021
- Kisch T, Liodaki E, Kraemer R, Mailaender P, Brandenburger M, Hellwig V, et al. Los dispositivos de electrocauterio con modo de retroalimentación y cuchillas recubiertas de teflón crean menos humo quirúrgico para una mejora de la calidad en el quirófano. Medicina. 2015; 94 (27): 1-6. doi: 10.1097 / MD.0000000000001104
- Tseng HS, Liu SP, Uang SN, Yang LR, Lee SC, Liu YJ, et al. Riesgo de cáncer de exposición incremental a hidrocarburos aromáticos policíclicos en humo de electrocauterio para personal de mastectomía. Wld J Surg Oncol. 2016; 12 (31): 1-8. doi: 10.1186 / 1477-7819-12-31
- Andréasson SN, Mahteme H, Sahlberg B, Anundi H. Hidrocarburos aromáticos policíclicos en humo de electrocauterio durante procedimientos de peritonectomía. J Environ Salud Pública. 2016 (929053): 1-6. doi: 10.1155 / 2016/929053 Acceso Marzo 2019.
- Navarro, María C; Gonzalez, Raquel; Aldrete, María G And Carmona, David E. Cambios en la mucosa nasal de los médicos por exposición al humo por electrocoagulación. Rev. Fac. Nac. Salud Pública [online]. 2016, vol.34, n.2, pp.135-144. ISSN 0120-386X. <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v34n2a02>.
- Claudio Vieira C, Ribeiro Perfeito R, Martins Trevisan J, Marziale Palucci M H, Solci Cristina M, Dalmas J C. Hidrocarburos aromáticos policíclicos producidos por humo de electrocauterio y el uso de equipos de protección

personal 1. Rev. Latino-Am. Enfermagem [internet]. 2017 [citado 2019 24 de marzo]; 25: e2853. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692017000100314&lng=en. Epub 09 de marzo de 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1561.2853>.

- Nueva Gales del Sur. Seguridad y Salud Laboral. Salud y seguridad en el trabajo: control de la exposición a la pluma quirúrgica [Internet]. Sydney: Salud y seguridad ocupacional; 2015. [Acceso 20 de enero de 2019]. Disponible en: http://www0.health.nsw.gov.au/policies/gl/2015/pdf/GL2015_002.pdf
- Claudio Vieira C, Ribeiro Perfeito R, Martins Trevisan J, Marziale Palucci M H, Solci Cristina M, Dalmas J C. Hidrocarburos aromáticos policíclicos producidos por humo de electrocauterio y el uso de equipos de protección personal 1. Rev. Latino-Am. Enfermagem [internet]. 2017 [citado 2019 24 de marzo]; 25: e2853. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692017000100314&lng=en. Epub 09 de marzo de 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1561.2853>.
- Saito A C, Margatho Salles A, Bieniek Apolinario A, Stanganelli N C, Ribeiro Perfeito R. Signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico en el equipo de enfermería. Esc. Anna Nery [Internet]. 2019 [consultado el 06 de noviembre del 2019]; 23 (3): e20180292. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452019000300201&lng=en. Epub, 11 de abril de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2018-0292>.
- SOBECC / SOBECC Associação Brasileira de Enfermeiros de Centro. Direcciones de prácticas en enfermería quirúrgica y procesamiento de productos para la salud. Cirúrgico, Recuperação Anestésica e Centro de Material e Esterilização. 7ª ed. Barueri: Manole / SOBECC; 2017
- Saito A C, Margatho Salles A, Bieniek Apolinario A, Stanganelli N C, Ribeiro Perfeito R. Signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico en el equipo de enfermería. Esc. Anna Nery [Internet]. 2019 [consultado el 06 de noviembre del 2019]; 23 (3): e20180292. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-

81452019000300201&lng=en. Epub, 11 de abril de 2019.
<http://dx.doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2018-0292>.

- Schultz L. ¿Puede la evacuación eficiente del humo limitar la aerosolización de bacterias? AORN J [Internet]. 2015 julio. 102 (1): 7-14.
- Romano F, Gustén J, De Antonellis S, Joppolo CM. Humo electroquirúrgico: mediciones de partículas ultrafinas y calidad del entorno de trabajo en diferentes quirófanos. Int J Environ Res Salud Pública [Internet]. 2017 ene; [consultado el 1 de octubre de 2018]; 14 (2): 137. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph14020137>
- Saito A C, Margatho Salles A, Bieniek Apolinario A, Stanganelli N C, Ribeiro Perfeito R. Signos y síntomas relacionados con la inhalación de humo quirúrgico en el equipo de enfermería. Esc. Anna Nery [Internet]. 2019 [consultado el 06 de noviembre del 2019]; 23 (3): e20180292. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452019000300201&lng=en. Epub, 11 de abril de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2018-0292>.
- Vázquez-Vizoso F, García García M J, Abrirá García L, del Campo Pérez V. Uso de mascarillas quirúrgicas y máscaras FFP en las precauciones de aislamiento de los centros sanitarios. Guía de la SOGAMP (Sociedade Galega de Medicina Preventiva). Octubre 2015.
- Karjalainen M, Kontunen A, Saari S, Rönkkö T, Leikkala J, Roine A, et al. (2018) La caracterización del humo quirúrgico de diversos tejidos y sus implicaciones para la seguridad laboral. PLoS ONE 13 (4): e0195274. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195274>
- Figura 1 doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195274.g001>
- Bree, K., Barnhill, S., & Rundell, W. The Dangers of Electrosurgical Smoke to Operating Room Personnel: A Review. *Workplace Health & Safety*. 2017.65 (11), 517–526.
- IBIDEM
- AORN, Inc. Humo quirúrgico. <http://www.aorn.org/guidelines/guideline-implementation-topics/patient-and-worker-safety/surgical-smoke>. Accedido el 24 de febrero de 2017.

- AORN, Inc. Manejo del kit de herramientas de humo quirúrgico. <http://www.aorn.org/guidelines/clinical-resources/tool-kits/management-of-surgical-smoke-tool-kit>. Accedido el 24 de febrero de 2017
- Sintegridad AORN. <http://www.aorn.org/aorn-org/syntegrity>. Accedido el 24 de febrero de 2017.
- AORN, Inc. Herramientas de verificación de competencia perioperatoria y descripciones de trabajo [USB]. Denver, CO: 2016. https://www.aornbookstore.org/Product/product.asp?sku=MAN577&dept_id=1 . Accedido el 24 de febrero de 2017
- AORN, Inc. Plantillas de políticas y procedimientos [USB]. Denver, CO: 2017. https://www.aornbookstore.org/Product/product.asp?sku=MAN580&dept_id=1 . Accedido el 24 de febrero de 2017.

GLOSARIO

A

Adyacentes: Adjetivo que se utiliza para nombrar a lo que se ubica en las cercanías de alguna cosa.

Área quirúrgica - conjunto de locales e instalaciones especialmente acondicionadas y equipadas, selectivamente aisladas del resto del hospital, que constituyen una unidad física y funcionalmente diferenciada, cuya finalidad es ofrecer un lugar idóneo para tratar quirúrgicamente al enfermo.

Atmósfera Peligrosa - área próxima al incidente, donde las concentraciones ambientales u otras características de materiales peligrosos representan un riesgo para las personas, bienes y ambiente.

Aspirador - Es un dispositivo que utiliza una bomba de aire para aspirar toda aquella partícula que se encuentre en el medio ambiente. Investigación - actividad orientada a la obtención de nuevos conocimientos y su aplicación para la solución a problemas o interrogantes de carácter científico.

B

Bacteria - conjunto grande de microorganismos unicelulares. Algunas bacterias causan infecciones en los seres humanos.

Benceno: Sustancia química que se usa ampliamente en la industria química y que también se encuentra en el humo del tabaco, las emisiones de los vehículos y los vapores de la gasolina.

Bipolar - Corriente de alta frecuencia se aplica entre las dos puntas de una herramienta, como unas pinzas o tijeras. No se aplica ningún electrodo neutro. La corriente fluye desde un extremo al otro de la herramienta.

C

Cáncer - enfermedad en las que hay células anormales que se multiplican sin control y pueden invadir los tejidos cercanos. Las células de cáncer también se pueden diseminar hasta otras partes del cuerpo a través del torrente sanguíneo y el sistema linfático.

Carcinógenos: Cualquier sustancia que causa cáncer

Coagulación - Proceso por el que la sangre líquida pasa a convertirse en coágulos de sangre semisólidos. Este proceso ayuda a evitar que se pierda sangre al dañarse los vasos sanguíneos.

Corte - se lleva a cabo el uso de un electrodo de punta que a medida que progresa va trazando una incisión con mínima lesión del tejido adyacente.

Cuchilla de diatermia: Electrodo de cuchilla

D

Desconocimiento - falta de información acerca de una cosa o de comprensión de su naturaleza, cualidades y relaciones.

Desnaturaliza: Alterar profundamente [una cosa], haciéndole perder sus cualidades esenciales.

Dispersión: Acto de dividir, repartir o dispersarse; de manera general entonces puede describirse como la acción de algo que se separa en varios fragmentos por haberse dividido

E

Electro bisturí / Electrocauterio - es un aparato eléctrico que convierte la energía eléctrica en calor con el objetivo de cortar, eliminar o coagular tejido blando como la carne, gracias a corrientes que están por encima de 200.000 Hz.

Electrocirugía - empleo quirúrgico de la corriente eléctrica, en especial corriente de alta frecuencia, generalmente para cortar tejidos blandos y conseguir la coagulación de los pequeños vasos sanguíneos seccionados.

Electrocoagulación - método de electroterapia que se utiliza para destruir tejidos anormales, generalmente tumorales, para detener hemorragias.
Administración en salud o administración sanitaria - es la ciencia social y técnica relacionada con la planificación, organización, dirección y control de las empresas públicas y privadas del sector salud.

Electrodo de tierra: Conductor firmemente embutido en el terreno, empleado para mantener la toma a tierra de los conectores que están conectados a ella

Enfermera perioperatoria - atención de enfermería al paciente quirúrgico, antes, durante y después de la cirugía.

Equipo de protección individual - cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos, que

puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Equipo de protección respiratoria - equipo destinado fundamentalmente a proteger al trabajador del riesgo de contraer una enfermedad profesional causada por respirar aire contaminado, o bien a suministrar aire respirable en atmósferas pobres en oxígeno.

Evaporación/ Vaporización - el cambio de una sustancia del estado sólido o líquido al estado gaseoso (gas, vapor o vaho). Por lo general ocurre cuando la sustancia se calienta por encima de la temperatura ambiental normal, pero no llega a quemarla.

F

Filtro - es un dispositivo que retiene ciertos elementos y deja pasar otros.

Formaldehído: Sustancia química que por lo general se usa para destruir gérmenes y conservar muestras de laboratorio y tejidos

H

Hidrocarburo Aromático: Tipo de sustancia química que se forma cuando se quema el carbón, el petróleo, el gas, la basura, el tabaco, la carne y otras sustancias

Humo quirúrgico - el humo quirúrgico representa toda aquella partícula, en estado de suspensión, generada durante la destrucción térmica de tejidos orgánicos durante una intervención quirúrgica.

I

Inhalación - se refiere al acto de incorporar en el cuerpo una sustancia por medio de la respiración.

Innovación organizativa - conseguir una óptima organización de las funciones y prácticas del personal sanitario, fruto del aprendizaje que produce el sistema de continuas interacciones entre profesionales y usuarios.

Irritación ocular - es la respuesta que producen los ojos cuando entran en contacto con una situación o agente irritante: los ojos se enrojecen y/o lagrimean. En ocasiones presentan además sensación de quemazón o escozor.

Intensidad.- Carga de electrones que pasan a través de un punto determinado del conductor en la unidad de tiempo.

L

Laparoscopia - exploración o examen de la cavidad abdominal mediante la introducción de un laparoscopio a través de una pequeña incisión.

M

Medidas preventivas - acción de prevenir, la cual implica el tomar las medidas precautorias necesarias y más adecuadas con la misión de contrarrestar un perjuicio o algún daño que pueda producirse.

Monopolar - El electrodo pasivo, también conocido como electrodo neutro. Este se pone en contacto con el cuerpo del paciente proporcionando de esta forma una trayectoria de retorno a las corrientes de alta frecuencia con una densidad muy baja en los tejidos del cuerpo. De esta manera se evitan quemaduras y otros efectos físicos que pueden perjudicar la salud del paciente.

Mutagénicos: Agente físico, químico o biológico que altera o cambia la información genética (usualmente ADN) de un organismo y ello incrementa la frecuencia de mutaciones por encima del nivel natural.

Mutageno - cualquier cosa que causa una mutación (cambio en el ADN de una célula). Los cambios que los mutágenos causan en el ADN pueden dañar las células y provocar una enfermedad, como el cáncer.

P

Pirolisis - es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales, causada por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno

Policíclico: un compuesto cíclico con más de un ciclo hidrocarbonado

Procedimiento quirúrgico – es la acción instrumental, total o parcial, de lesiones causadas por enfermedades o accidentes, con fines diagnósticos, de tratamiento o de rehabilitación de secuelas.

Q

Químicos carcinógenos - agente físico, químico biológico potencialmente capaz de producir cáncer al exponerse a tejidos vivos.

R

Residuos biológicos - son aquellos que se generan durante las actividades asistenciales a la salud de humanos o animales en los centros de salud, laboratorios clínicos o de investigación, bioterios, centros de enseñanza e investigación, principalmente; que por el contenido de sus componentes puedan representar un riesgo para la salud y el ambiente. Estos residuos son regulados por la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002

Resistencia- Dificultad de los electrones para atravesar una sustancia

Riesgo químico - riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos la cual puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades.

S

Salud - estado en que un ser u organismo vivo no tiene ninguna lesión ni padece ninguna enfermedad y ejerce con normalidad todas sus funciones.

Salud ocupacional - la Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud ocupacional como una actividad multidisciplinaria que promueve y protege la salud de los trabajadores. Esta disciplina busca controlar los accidentes y las enfermedades mediante la reducción de las condiciones de riesgo.

Sustancia nociva - las sustancias peligrosas son elementos químicos y compuestos que presentan algún riesgo para la salud, para la seguridad o el medio ambiente.

T

Transgresión: Acción y resultado de transgredir, infringir o violar un precepto o ley.

Tejido - son aquellos materiales biológicos naturales constituidos por un conjunto complejo y organizado de células, de uno o de varios tipos, distribuidas regularmente con un comportamiento fisiológico coordinado y un origen embrionario común.

Toxico - es aquella que produce efectos, alteraciones o trastornos graves en el funcionamiento de un organismo vivo, y que puede, incluso, causar la muerte.

V

Virus - Microorganismo compuesto de material genético protegido por un envoltorio proteico, que causa diversas enfermedades introduciéndose como parásito en una célula para reproducirse en ella

Voltaje - Presión que fuerza a los electrones para ser transportados a través de un conductor.