

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
LICENCIATURA EN ANESTESIOLOGIA E INHALOTERAPIA**



TESIS DE GRADO

**EXPOSICIÓN LABORAL A GASES ANESTÉSICOS RESIDUALES Y
CONSECUENCIAS EN EL PERSONAL DE SALA DE
OPERACIONES, HOSPITAL NACIONAL DE LA UNIÓN. AÑO 2018.**

PRESENTADO POR

**LÓPEZ MARTÍNEZ, KATERYN SARAÍ
ESTUPINIAN REYES, MAURICIO TADEO
MELGAR OSORIO, WENDY ELIZABETH**

PREVIO A OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE:

LICENCIADO EN ANESTESIOLOGIA E INHALOTERAPIA

DOCENTE DIRECTOR:

MAESTRA ROXANA MARGARITA CANALES ROBLES

OCTUBRE 2018

SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES

LICENCIADO ROGER ARMANDO ARIAS

RECTOR

DOCTOR MANUEL DE JESUS JOYA ABREGO

VICE-RECTOR ACADEMICO

INGENIERO NELSON BERNABÉ GRANADOS

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO

MAESTRO CRISTOBAL HERNAN RIOS BENITEZ

SECRETARIO GENERAL

LICENCIADO RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN

FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

AUTORIDADES

INGENIERO JOAQUIN ORLANDO MACHUCA GOMEZ

DECANO

LICENCIADO CARLOS ALEXANDER DIAZ

VICE-DECANO

LICENCIADO JORGE ALBERTO ORTEZ HERNANDEZ

SECRETARIO

MAESTRO JORGE PASTOR FUENTES CABRERA

DIRECTOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

DEPARTAMENTO DE MEDICINA

AUTORIDADES

DOCTOR FRANCISCO ANTONIO GUEVARA GARAY

JEFE DE DEPARTAMENTO

MAESTRA ROXANA MARGARITA CANALES ROBLES

**COORDINADORA DE LA CARRERA DE ANESTESIOLOGIA E
INHALOTERAPIA**

MAESTRO JORGE PASTOR FUENTES CABRERA

**COORDINADOR GENERAL DE LOS PROCESOS DE
GRADUACIÓN DE LA CARRERA DE ANESTESIOLOGIA E
INHALOTERAPIA**

TRIBUNAL CALIFICADOR

DOCENTE ROXANA MARGARITA CANALES ROBLES

DOCENTE DIRECTOR

DOCTORA ISABEL TATIANA MARIA ORELLANA DE REVELOS

TRIBUNAL CALIFICADOR

DOCENTE JORGE PASTOR FUENTES CABRERA

TRIBUNAL CALIFICADOR

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODO PODEROSO

Por darnos la gracia de ser perseverantes y habernos dado la fortaleza necesaria para culminar con nuestro proyecto hasta el final. Ya que sin su ayuda celestial nada hubiera sido posible.

A NUESTROS FAMILIARES

Por su apoyo incondicional en todo este proceso, ya que ellos estuvieron con nosotros desde los inicios hasta el final de aprendizaje dándonos aliento, y ánimos para no decaer en el camino se les agradece infinitamente.

A LOS DOCENTES

Especialmente al departamento de Anestesiología e Inhaloterapia. Por brindarnos las herramientas necesarias a lo largo del proceso académico.

A NUESTRA ASESORA

Licenciada. Roxana Margarita Canales Robles por haber tenido la paciencia y haberse tomado el tiempo necesario para dar a conocer sus enseñanzas y con estas ayudarnos a realizar el trabajo de investigación.

AL PERSONAL DE SALA DE OPERACIONES DEL HOSPITAL NACIONAL DE LA UNION

Por haber colaborado con nosotros en nuestro proyecto y habernos brindado múltiples enseñanzas que a través de ellas nos llenamos de fortaleza para salir adelante a pesar de las adversidades.

Kateryn, Wendy y Tadeo

DEDICATORIA

A MI DIOS

Porque su bondad es infinita, sin su ayuda nada sería posible a sido quien me a guiado de principio a fin en este proceso, porque juntos pasamos pruebas y mediante la fe pudimos sobrellevarlas manifestándote siempre en gran misericordia porque hay tantos milagros que hiciste y seguirás haciendo en mi vida ,soy todo lo que él me ha permitido ser.

A MIS PADRES

Rosa Martínez de López y Francisco Antonio López Caminos por mostrarme el camino hacia la superación, siendo quienes permanentemente se sacrificaron y esforzaron por brindarme lo necesario, quienes en mis noches más difíciles estuvieron conmigo brindándome su amor, paciencia y comprensión recordándome que si hay un sueño debes luchar por conseguirlo.

A MIS HERMANOS

Con amor y cariño Lisseth López Martínez y Josué López Martínez por su compañía, su entusiasmo y su colaboración.

A MI ASESORA DE TESIS

Licda. Roxana Margarita Canales Robles a quien respeto mucho, por su integridad como profesional, le agradezco su honestidad, consejos, paciencia, dedicación y apoyo a lo largo de este proceso.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS.

Por cada momento vivido a lo largo de estos años, gracias por su amistad, paciencia y por su apoyo.

Kateryn Saraí ,López Martínez.

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Dedico este triunfo principalmente a mi dios por darme la fortaleza, fuerza y ayudarme en todo este camino difícil hasta el final, haberme guiado y darme de su gracia para superar tanto obstáculo ya que sin el nada hubiera sido posible.

A MI MADRE

Gloria Osorio , Por ser el pilar principal en mi vida y gracias a su apoyo, ya que en ningún momento dejo de creer en mí y siempre estuvo conmigo en los momentos que mas la necesité, por ser una madre excelente, comprensiva y una gran bendición en mi vida que solo busco siempre lo mejor para mí.

A MI PADRE Y HERMANA

Isaías Melgar por su apoyo y palabras de aliento y Stephanie Melgar por su ayuda incondicional en todo momento de dificultad siempre estuvo para mí, fue una bendición más en mi vida, les agradezco grandemente por haber sido parte de este proceso.

A MI ASESORA DE TESIS

Licenciada. Roxana Margarita Canales, por su tiempo, apoyo en todo este proyecto, así como también por su dedicación y su sabiduría impartida.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Kateryn y Tadeo Porque sin ellos no hubiera sido posible nada de este proyecto, por su comprensión en momentos difíciles y apoyo en todo momento no solo en esto sino también a lo largo de la carrera, gracias totales.

Wendy Elizabeth, Melgar Osorio.

CONTENIDO**N° DE PÁGINA**

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 16 |
| INTRODUCCION | 17 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 19 |
| 1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA | 19 |
| 1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA | 24 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN | 25 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL | 26 |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 26 |
| 2. MARCO TEORICO | 27 |
| 2.1 GENERALIDADES FISICAS DE LOS GASES | 27 |
| 2.1.1 TRES PRINCIPIOS FISICOS DE LOS GASES | 27 |
| 2.1.2 LAS LEYES DE LOS GASES | 27 |
| 2.1.3 EL AIRE O GAS AMBIENTE | 28 |
| 2.1.4 PRESION PARCIAL DE LOS GASES | 29 |
| 2.1.5 DIFUSION | 29 |
| 2.1.6 SOLUBILIDAD | 30 |
| 2.1.7 PROPIEDADES DE LOS GASES Y VAPORES ANESTÉSICOS | 32 |
| 2.2 AGENTES ANESTESICOS INHALATORIOS | 33 |
| 2.2.1 CLASIFICACIÓN..... | 33 |
| 2.2.2 HALOTANO..... | 34 |
| 2.2.3 ENFLUORANO..... | 35 |
| 2.2.4 ISOFLUORANO..... | 36 |
| 2.2.5 DESFLUORANO..... | 37 |
| 2.2.6 SEVOFLUORANO..... | 38 |
| 2.2.7 EL ÓXIDO NITROSO | 38 |
| 2.3 TOXICIDAD DE LOS ANESTESICOS HALOGENADOS EN LOS SISTEMAS | 39 |
| 2.3.1 CONSECUENCIAS PARA LA SALUD | 39 |
| 2.3.2 EFECTOS NEUROLÓGICOS..... | 42 |
| 2.3.3 TOXICIDAD HEPÁTICA..... | 47 |
| 2.3.5 TOXICIDAD HEMATOLÓGICA | 48 |
| 2.3.6 TOXICIDAD RENAL..... | 49 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.7 ALERGIA CUTÁNEA..... | 49 |
| 2.3.8 ELIMINACION DE ANESTESICOS INHALADOS..... | 50 |
| 2.3.9 VÍAS DE METABOLISMO DEL FÁRMACO | 52 |
| 2.3.10 MECANISMOS DE NEFROTOXICIDAD | 57 |
| 2.3.11 CONSECUENCIAS PARA EL MEDIO AMBIENTE..... | 58 |
| 2.4 ALTERACIONES QUIMICAS..... | 59 |
| 2.4.1 NIVEL SANGUINEO..... | 59 |
| 2.4.2 NIVEL HEPATICO | 64 |
| 2.5 RIESGOS ESPECIFICOS RELACIONADOS CON EL AMBIENTE Y LUGAR DE TRABAJO..... | 66 |
| 2.5.1 REGLAMENTACIÓN..... | 67 |
| 2.5.2 VIGILANCIA DE LA EXPOSICIÓN PROFESIONAL | 69 |
| 2.5.3 RESULTADOS | 73 |
| 2.5.4 REDUCCIÓN DE LA EXPOSICIÓN..... | 73 |
| 2.5.5 REDUCCIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES ANESTÉSICOS | 83 |
| 2.5.7 PROTECCIÓN DEL PERSONAL | 86 |
| 3. SISTEMA DE HIPOTESIS | 87 |
| 3.1 HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN | 87 |
| 3.2 HIPOTESIS NULA | 87 |
| 3.3 OPERACIONALIZACIÓN..... | 88 |
| 4.0 DISEÑO METODOLOGICO | 89 |
| 4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 89 |
| 4.2 POBLACION Y MUESTRA | 89 |
| 4.2.1 POBLACION | 89 |
| 4.2.2 MUESTRA..... | 89 |
| 4.2.1 CRITERIOS DE INCLUSION | 89 |
| 4.2.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN..... | 90 |
| 4.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCION DE DATOS..... | 90 |
| 4.4.1 TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS..... | 90 |
| 4.4.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS. | 90 |
| 4.4.3 PROCEDIMIENTO. | 90 |
| 4.6 RESULTADOS ESPERADOS | 92 |
| 4.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS | 92 |

| | |
|--|-----|
| 4.8 RIESGOS Y BENEFICIOS | 92 |
| 4.8.1 RIESGOS | 92 |
| 4.8.2 BENEFICIOS..... | 93 |
| 4.9 RECURSOS A UTILIZAR | 93 |
| 4.10 PRESUPUESTO DEL PROYECTO | 95 |
| 5.0 PRESENTACION DE LOS RESULTADOS. | 96 |
| 5.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS | 122 |
| 6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 124 |
| 6.1 CONCLUSIONES | 124 |
| 6.2 RECOMENDACIONES | 125 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 149 |

INDICE DE TABLAS

Nº DE PÁGINA

| | |
|--|-----|
| TABLA Nº1 GENERO DEL PERSONAL EN ESTUDIO | 97 |
| TABLA Nº 2 AÑOS DE LABOR DEL PERSONAL DE SALA DE OPERACIONES. | 98 |
| TABLA Nº 3EXPOSICION DEL PROFESIONAL MEDIANTE LA UBICACIÓN EN RELACION AL PACIENTE EN SALA..... | 99 |
| TABLA Nº 4 FRECUENCIA DE UN PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO BAJO ANESTESIA GENERAL MAYOR A 15 MINUTOS..... | 100 |
| TABLA Nº5 SUSCEPTIBILIDAD DE LA PIEL A GASES ANESTÉSICOS RESIDUALES ... | 101 |
| TABLA Nº6 ALTERACIONES NEUROLOGICAS PSICOMOTORAS PRESENTADAS POR EL PERSONAL..... | 102 |
| A- TRASTORNO DEL ESTADO DE ANIMO | 104 |
| B- IRRITABILIDAD | 104 |
| C-FATIGA..... | 105 |
| D-CEFALEA | 105 |
| E- CAPACIDAD DE MEMORIZACION | 106 |
| F- ATENCION..... | 106 |
| G- PERCEPCIÓN AUDIOVISUAL | 107 |
| H- EJECUCIÓN MOTORA..... | 107 |
| I-ALTERACIONES DE LA VIGILIA..... | 108 |
| J-CAPACIDAD DEL JUCIO..... | 108 |
| K- NAUSEAS | 109 |
| TABLA Nº7ALTERACIONES NEUROLOGICAS PERIFERICAS PRESENTADAS POR EL PERSONAL..... | 110 |
| A- DISESTESIA | 111 |
| B- ATAXIA | 111 |
| TABLA Nº 8MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD QUE CONOCE EL PERSONAL | 112 |
| A- SISTEMA DE EVACUACIÓN DE GASES ANESTÉSICOS..... | 114 |
| B- MEDICIÓN DIRECTA IN SITU | 114 |
| C- TOMA ACTIVA DE MUESTRAS Y MEDICION DIFERIDA | 115 |
| D- DOSIMETRO PASIVO INDIVIDUAL | 115 |
| E- VIGILANCIA BIOLÓGICA DE LA EXPOSICIÓN | 116 |
| F- CARTUCHOS DE CARBON ACTIVO | 116 |

| | |
|--|-----|
| TABLA N° 9 EXAMENES DE LABORATORIO TOMADOS AL PERSONAL DE SALA DE OPERACIONES | 117 |
| A-TRANSAMINASAS ALT | 119 |
| B-TRANSAMINASAS AST..... | 119 |
| C-MEGALOBLASTOSIS..... | 120 |
| D-HIPERSEGMENTACIÓN..... | 120 |
| TABLA N° 10 CONOCIMIENTO DE APLICACIÓN DE NORMAS DE LA MUJER EMBARAZADA QUE TRABAJA EN SALA DE OPERACIONES. | 121 |

INDICE DE GRÁFICAS

Nº DE PÁGINA

| | |
|---|-----|
| GRÁFICA N° 1 GENERO DEL PERSONAL EN ESTUDIO | 97 |
| GRÁFICA N° 2 AÑOS DE LABOR DEL PERSONAL DE SALA DE OPERACIONES. | 98 |
| GRÁFICA N° 3 EXPOSICION DEL PROFESIONAL MEDIANTE LA UBICACIÓN EN RELACION AL PACIENTE EN SALA..... | 99 |
| GRÁFICA N° 4 FRECUENCIA DE UN PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO BAJO ANESTESIA GENERAL MAYOR A 15 MINUTOS..... | 100 |
| GRAFICA N°5 SUCEPTIBILIDAD DE LA PIEL A GASES ANESTESICOS RESIDUALES .. | 101 |
| GRAFICA N° 6.0 CONOCIMIENTO DE LA APLICACIÓN DE NORMAS DE LA MUJER EMBARAZADA QUE TRABAJA EN SALA DE OPERACIONES | 121 |

INDICE DE ANEXOS

N° DE PÁGINA

| | |
|---|-----|
| ANEXO # 1 CUESTIONARIO..... | 127 |
| ANEXO #2 CONSENTIMIENTO INFORMADO | 131 |
| ANEXO #3 GLOSARIO..... | 132 |
| ANEXO # 4 SIGLAS Y ABREVIATURAS..... | 133 |
| ANEXO #5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES..... | 135 |

INDICE DE FIGURAS

N° DE PÁGINA

| | |
|---|-----|
| FIGURA N° 1 PROCESO DE DIFUSIÓN..... | 136 |
| ANEXO N° 2 EQUILIBRIO ENTRE LOS GASES DEL AIRE Y DEL AGUA..... | 137 |
| FIGURA N°3 EVOLUCION DE LAS CONCENTRACIONES ATMOSFERICAS DE N ₂ O..... | 138 |
| FIGURA N°4 ANALIZADOR PORTATIL DEL AIRE AMBIENTAL..... | 139 |
| FIGURA N°5 MONITOR MULTIGASES INFRAROJO DE CELULA FOTOACUSTICA..... | 140 |
| FIGURA N°6 DOSÍMETRO PASIVO GABIE..... | 141 |
| FIGURA N°7 CARTUCHO DE CARBON ACTIVO ALDASORBER..... | 142 |
| FIGURA N°8 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES..... | 143 |
| FIGURA N°9 VENTILACION CON SISTEMA JACKSON-REES..... | 144 |
| FIGURA N°10 SISTEMA PARA EXTRACCION ACTIVA DE GASES ANESTESICOS..... | 145 |
| FIGURA N°11 MAQUINA DE ANESTESIA. MODELO SA2 (DRAGER)..... | 146 |
| FIGURA N°12 MASCARILLA DOBLE MEDICVENT..... | 147 |
| FIGURA N°13 CONECTOR SiBl. PARA INDUCCION POR INHALACION..... | 148 |

RESUMEN

La presente tesis que tiene por **Tema** exposición laboral a gases anestésicos residuales y consecuencias, en el personal de salud de sala de operaciones, Hospital Nacional de la Unión. Año 2018. Se propuso dar a conocer que tan expuesto está el personal con el uso continuo de gases residuales y qué consecuencias puede traer esto con el paso del tiempo. **El Objetivo** de dicha investigación fue de Determinar Exposición laboral a gases anestésicos residuales y consecuencias, en el personal de salud de sala de operaciones, hospital nacional de la unión. **La metodología** que se utilizó en la investigación es de tipo descriptiva, transaccional y de campo donde se recolectaron datos directamente de la población en estudio tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión. **Las técnicas e instrumentos** que se utilizaron fueron: documental bibliográfico y la guía de observación que mostro datos generales y relevantes para la investigación. **Los resultados** fueron: En los años de labor del personal de sala de operaciones que están en los rangos de 8 a 10 años y de 11 en adelante son quienes presentan mayor tiempo de exposición a los gases anestésicos residuales, por tener más tiempo laborando. En relación a la ubicación del profesional de salud en sala de operaciones, quienes estuvieron más expuestos fueron el personal que está a la cabeza del paciente y en el torso del paciente conformado por anestesistas, médicos y enfermería. Se identificó que solo 2 de las alteraciones neurológicas psicomotoras sobre pasan más de la mitad de los profesionales siendo esta irritabilidad y nauseas. Otro aspecto relevante sobre el conocimiento de los profesionales, de una existencia de medidas de vigilancia de exposición en el cual se manifiesto el poco conocimiento de estos dispositivos por parte de los profesionales en el hospital nacional de la unión.

Palabras claves: exposición, gases anestésicos, consecuencias, residuales, personal de salud.

INTRODUCCIÓN

La presencia de gases anestésicos residuales en el aire ambiente de los quirófanos y demás lugares donde se utilizan, es un hecho demostrado, dependiendo la concentración a la que se hallan.

Alguna vez se pensó que los anestésicos inhalatorios eran químicamente inertes, y hasta principios de los años 60 se creyó que los anestésicos volátiles no se metabolizaban en grado significativo en el hombre. Pero lo cierto es que varios de estos anestésicos sí experimentan un grado significativo de metabolismo, y su biotransformación a productos intermedios reactivos y potencialmente tóxicos.

Este documento está estructurado de la siguiente manera:

Iniciando con los antecedentes del fenómeno en la cual se describe los acontecimientos más relevantes de la historia del fenómeno en estudio.

Continuando con el enunciado del problema, el cual plantea lo siguiente: Existe exposición laboral a gases anestésicos residuales y consecuencias, en el personal de salud de sala de operaciones, Hospital Nacional de La Unión, Año 2018

De igual forma, se da a conocer la justificación que argumenta el motivo y la finalidad de la investigación, así como su relevancia social en lo que respecta al beneficio del profesional de salud que labora en sala de operaciones.

A continuación están los objetivos de la investigación en los cuales se indica lo que se intenta alcanzar al final de la investigación y los beneficios precisos correspondientes a cada una de las partes en las que se divide el problema en estudio.

Se presenta el marco teórico que contiene las bases y fundamentos teóricos para la investigación que se realizara, se presenta en varios apartados ordenados sistemáticamente según corresponde, así como las definiciones de términos básicos utilizados en el contexto.

Seguidamente se presenta el sistema de hipótesis, apartado en el cual se definen los posibles resultados que se pueden presentar en la investigación, con su respectiva operacionalización de las variables.

Después se presenta el diseño metodológico que se ha utilizado en la investigación, en el cual incluye el tipo de estudio, los criterios que se utilizaran para establecer la muestra. El tipo de muestreo que se usara y las respectivas técnicas de recolección de datos, y los instrumentos, materiales y equipo que se requerirá así como el procedimiento de cómo se llevara a cabo la investigación. Luego se muestran los riesgos, beneficios y las consideraciones éticas que se tomaron en cuenta para el desarrollo de la investigación.

Luego se presenta los resultados obtenidos en la investigación, análisis e interpretación de los mismos y la prueba de hipótesis.

Posteriormente se encuentran las conclusiones y recomendaciones las que responden a los objetivos de investigación.

Y Finalmente las referencias bibliográficas, la cual representa una exploración ordenada y cuidadosa de todas aquellas fuentes de información utilizadas como base para la investigación finalizando con los anexos, los cuales ayudan a enriquecer con ilustraciones la información que se presenta en este documento.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

1°La anestesia inhalatoria se inicia a mediados del siglo XIX con el éter dietílico, óxido nitroso y el cloroformo, incorporando posteriormente nuevos agentes. Muchos de ellos dejaron de utilizarse por ser inflamables en presencia de oxígeno o por su toxicidad

aguda (hepatotoxicidad por el cloroformo, nefrotoxicidad por el metoxiflurano, etc). 2°Estos problemas despertaron interés y promovieron la búsqueda permanente de nuevos y mejores fármacos anestésicos, buscando la estabilidad intrínseca; la ausencia de inflamabilidad al combinarse con oxígeno u óxido nitroso (N₂O); un bajo coeficiente de partición sangre: gas para permitir una inducción y recuperación rápida de la anestesia; la ausencia de irritación en las vías aéreas, mínimos efectos cardiopulmonares, efectos reversibles sobre el sistema nervioso central, ausencia de toxicidad y de efectos adversos.

Durante las primeras décadas de la historia de la anestesia los gases utilizados durante los procedimientos anestésicos eran liberados directamente al ambiente del quirófano, sin considerar los posibles efectos sobre la salud del personal allí trabajando.¹

3°Desde el clásico trabajo de Vaisman en 1967, en el que parecía existir una alta incidencia de abortos espontáneos en las mujeres embarazadas que trabajaban en quirófanos mal ventilados, hasta la actualidad, se han realizado numerosos estudios sobre la repercusión de diversas concentraciones ambientales de gases anestésicos en los trabajadores sanitarios en general, con resultados diversos. Los estudios referenciados llaman la atención sobre la posible relación entre la exposición ocupacional de la madre al óxido nitroso, durante el segundo trimestre del embarazo, y el bajo peso del feto durante la gestación y en el nacimiento, así como sobre la posibilidad de influir en el desarrollo de algunos tipos de leucemia, de la mayor incidencia de esterilidad en el colectivo de anesthesiólogos, del deterioro de la función renal por los radicales flúor derivados de la metabolización de los agentes halogenados aspirados, y del desarrollo de síntomas como: pérdida de atención, cefaleas, alteración de la conducta e incluso la posibilidad de neurotoxicidad (por la interferencia de los anestésicos inspirados con el sistema dopaminérgico).

En 1967, Vaisman fue el primero en interesarse por las condiciones de trabajo del personal sanitario y en observar en un colectivo de 110 anestesistas rusos la frecuencia de

manifestaciones inespecíficas (vértigos, cefaleas, etc.), así como la incidencia de abortos espontáneos y de malformaciones congénitas en sus hijos.

Alguna vez se pensó que los anestésicos inhalatorios eran químicamente inertes, y hasta principios de los años 60 se creyó que los anestésicos volátiles no se metabolizaban en grado significativo en el hombre. Pero lo cierto es que varios de estos anestésicos si experimentan un grado significativo de metabolismo, y su biotransformación a productos intermedios reactivos y potentemente tóxicos. Los procesos metabólicos son afectados por factores tales como la edad, enfermedad, interacciones con otras drogas, y quizás la genética como más importante.

A mediados de los sesenta, ya con la experiencia de algunos años de uso clínico del Halotano y del Metoxiflurano, se dieron a conocer algunos casos de toxicidad por exposición a estos agentes. Se publico acerca de la aparición de ictericia y necrosis hepática inexplicada luego de administración de Halotano en pacientes Humanos, lo que dio origen en USA al “NationalHalotaneStudy”, cuyos resultados fueron difundidos en 1969.

En Estados Unidos, a principios de los años 1970, el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), en colaboración con la American Society of Anesthesiologists (ASA), llevó a cabo una amplia encuesta nacional sobre alrededor de 73.000 «individuos expuestos» a los gases y vapores anestésicos, cuyos resultados publicaron en 1974.

4° Los estudios en animales y las encuestas epidemiológicas realizadas durante el periodo 1970-1985 sobreestimaron los efectos para la salud de los trabajadores de los gases anestésicos presentes en cantidades residuales en la atmosfera, describiéndose afectación de la función reproductora (abortos espontáneos, disminución de la fertilidad, malformaciones congénitas), desarrollo de determinados canceres, hepatotoxicidad, neurotoxicidad y alteraciones de la hematopoyesis y del sistema inmunitario. El carácter contradictorio de los estudios, las carencias metodológicas de las primeras encuestas y, sobre todo, la reducción del nivel de exposición en las áreas quirúrgicas modernas ha hecho que los expertos relativicen estos riesgos para la salud en el marco de la protección de los trabajadores, las autoridades sanitarias europeas han fijado umbrales de exposición que no pueden superarse.²

4°-1 En Francia, durante el mantenimiento de la anestesia, una circular ministerial de 1985 recomendó un umbral de 25 ppm para el protóxido de nitrógeno y de 2 ppm para los halogenados. Para respetar estos valores es necesario que los locales renueven el aire a razón de 15-20 volúmenes/hora, dispongan de sistemas de evacuación de los gases, utilicen un flujo bajo de gas fresco y respeten las reglas de buena práctica. La medición de un gas que se encuentra en cantidades residuales en la atmósfera puede hacerse en el propio lugar de trabajo mediante espectrofotometría infrarroja, en el laboratorio con un análisis de muestras o utilizando un dosímetro pasivo individual. Los gases anestésicos lanzados a la atmósfera terrestre contribuyen poco a la pérdida de la capa de ozono y al efecto invernadero.

A partir de los primeros años del decenio de 1970, numerosos estudios intentaron valorar los efectos de la exposición crónica a los gases anestésicos sobre la salud del personal sanitario, así como su influencia en el medio ambiente. Desde 1977 en Estados Unidos y más tarde en Francia, las autoridades han desarrollado una política de prevención que establece los límites de exposición que no deben superarse y recomendando medidas para reducir la contaminación por los gases y vapores anestésicos y de vigilancia del personal expuesto.²

Hay pocas publicaciones que traten de forma específica sobre las consecuencias de los gases anestésicos para la fertilidad. A comienzos de la década de 1970, Knill- Jones et al comunicaron una incidencia elevada de esterilidad en las mujeres anestesistas (12 frente a 6% en el grupo control) que no se repetía en las esposas de los anestesistas varones. Tras efectuar los ajustes para la edad, los antecedentes ginecológicos y el hábito de fumar, constataron una disminución de la fertilidad, valorada por el número de ciclos sin anticoncepción necesarios para conseguir el embarazo, en las mujeres jóvenes expuestas durante más de 5 horas por semana a concentraciones de protóxido de nitrógeno que se consideraron elevadas, como consecuencia de la ausencia de dispositivos de extracción de gases. También comprobaron un aumento del riesgo de abortos espontáneos en las que trabajaban más de 3 horas por semana en atmósferas contaminadas. Estos trastornos de la función reproductora no ocurrieron cuando los locales de trabajos estaban provistos de extractores de gases.

En 1987, Rowland et al realizaron una amplia encuesta retrospectiva en 7.000 ayudantes de dentistas en edad fértil (18-39 años) expuestas al protóxido de nitrógeno.

En 1977, Spence et al publicaron un análisis de las tres encuestas más importantes efectuadas en Estados Unidos y Gran Bretaña en los años setenta entre el personal médico que ejercía en áreas quirúrgicas. Para estos autores, el riesgo de aborto espontáneo sería

mayor en las mujeres expuestas y también lo sería la frecuencia de malformaciones congénitas en los hijos del personal de ambos sexos. La incidencia de abortos espontáneos en las esposas de los anestelistas no aumentaría de forma significativa.

En los años ochenta aparecieron en la literatura numerosos artículos sobre la posible repercusión de los gases anestésicos sobre la salud, y en los noventa la NIOSH {National Institute for Occupational Safety and Health} publicó una “alerta” recomendando el control de la exposición al óxido nitroso durante la anestesia.¹

Más tarde, Saurel-Cubizolles et al realizaron en Francia entre 1987 y 1989 un estudio sobre la incidencia de abortos espontáneos y de manifestaciones neuropsiquiátricas en el personal femenino de las áreas quirúrgicas de 17 hospitales parisinos. Casi todas las encuestas realizadas en Estados Unidos y Europa fueron retrospectivas y para la recogida de los datos se utilizaron cuestionarios postales, en ocasiones completados mediante entrevistas.

Entre 1977 y 1984 se efectuó en Gran Bretaña el único estudio prospectivo realizado hasta la fecha en el personal médico femenino menor de 40 años. La fertilidad y los porcentajes de abortos espontáneos de las anestelistas fueron similares a los de sus colegas, sin que aumentara el riesgo de malformaciones congénitas, salvo las cardíacas.

En 1996, el Consejo de Evaluación de las Tecnologías de la Salud de Quebec publicó un informe muy detallado sobre los riesgos de la exposición profesional a los gases anestésicos en las mujeres embarazadas y en los fetos. Tras analizar 19 estudios epidemiológicos, los expertos canadienses concluyeron que existía un RR global de 1,51 (IC 95%: 1,42-1,61), lo que corresponde a un aumento de 51% del riesgo de aborto en las mujeres expuestas a dichos gases. En términos absolutos, para un riesgo básico de 15% en las mujeres no expuestas, el riesgo es del 22,5% (+7,5) en el personal femenino expuesto.

En Francia, el grupo pluridisciplinar «Anesthésie et qualité de l’air» redactó una guía para la prevención de las exposiciones profesionales a los gases y vapores anestésicos que editó en 1996 la Caisse Régionale d’Assurance Maladie d’Île-de-France (CRAMIF). Los expertos franceses, tras recordar las dificultades para establecer una posible relación de causalidad entre las exposiciones profesionales y los trastornos de la reproducción, consideraban probable que los gases anestésicos tuvieran efectos nocivos y aconsejaban el establecimiento de niveles de exposición.

Al mismo tiempo que los estudios institucionales canadiense y francés, la «Caissenationalesuissed'assurance en cas d'accidents» publicó en 1988 una guía sobre las condiciones de trabajo durante la exposición a los gases anestésicos. Para los expertos suizos, «los estudios más recientes efectuados en colectivos expuestos a niveles moderados de gases anestésicos indican que los riesgos para el embarazo y los trastornos de la fertilidad son claramente menos probables de los que hacían suponer los estudios de los años setenta».

Conviene señalar que la mayor parte de los estudios que apoyan los efectos de los gases anestésicos sobre la función reproductora y el desarrollo de cánceres se hicieron en los años 1970-1980, período en el que apenas existían aparatos de evacuación de los gases anestésicos y el uso de circuitos de bajo flujo de gas apenas se había extendido.²

El 14 de septiembre del año 2000 un periódico de el salvador “El Diario De Hoy” publica un artículo de interés nacional titulado “peligro inminente en hospitales” el autor de la noticia cita “Los profesionales que prestan servicios de salud en hospitales y clínicas están expuestos a riesgos biológicos, es decir que pueden fácilmente adquirir enfermedades provocadas por virus y bacterias” iniciando con ello una página completa dedicada a resaltar la importancia de “Riesgo biológico, protección ante todo y peligro al asecho” el autor denomina a los riesgos como contacto de exposición, ubicando dentro de los riesgos químicos a los gases anestésicos. “Son frecuentes en los servicios de hospitalización, ya que el personal puede absorber sustancias químicas durante su manejo o por mantenerse cerca de ellos. Los gases anestésicos; La magnitud de los daños depende de la concentración, la manipulación, la exposición, la susceptibilidad del trabajador y de la práctica de protección adoptada por el personal” menciona el autor del artículo.³

A nivel local no se encuentran estudios realizados con la problemática, el hospital nacional de la unión no cuenta con antecedentes relacionados a la exposición laboral por gases anestésicos. Dentro de esta institución se percibe la problemática en diferentes puntos dentro de ellos los más sobresalientes la infraestructura que no cumple los requisitos necesarios para amortiguar dicha exposición. No se cuenta con extractor de gases anestésicos, los extractores de aire no funcionan a tiempo completo, quirófanos con poca ventilación, circuitos anestésicos sin línea de extracción de residuos, la conciencia del adecuado manejo de los halogenados dentro del personal de anestesiología es otro punto que favorece la exposición puesto que mantienen una poca credibilidad a dicha exposición y las consecuencias llevándolos a cometer errores técnicos como lavado del circuito inadecuado, mal sellado de mascarilla, vaporizadores abiertos sin presencia de ventilación, uso de concentraciones altas de halogenado en presencia de fuga en el manguito, dejando al personal de sala de operaciones expuestos a los residuos anestésicos inhalados y sus posibles consecuencias.

1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿Existe Exposición Laboral a Gases Anestésicos Residuales y Consecuencias, En el personal de salud de sala de operaciones, Hospital Nacional de La Unión. Año 2018?

1.3 JUSTIFICACIÓN

El personal de salud de sala de operaciones está sometido a una serie de riesgos por exposición a agentes anestésicos, no solo a la propia toxicidad de los gases sobre el paciente sino a los efectos perjudiciales que los mismos ejercen en el personal. La presencia de concentraciones elevadas de gases o vapores anestésicos de estos lugares tiene repercusiones negativas importante para los empleados algunos de los cuales son: mareos, sensación de vacío en la cabeza, náusea, fatiga, dolor de cabeza, irritabilidad, y depresión. Los trabajadores expuestos pueden experimentar efectos neurológicos, ya sean estos centrales (psicomotores) y periféricos. Los efectos serios también pueden incluir esterilidad, abortos naturales, defectos al nacer, cáncer y enfermedades hepáticas y renales en los trabajadores expuestos.

Lo antes señalado, conduce a la necesidad de regular y controlar las instalaciones de gases anestésicos desde una mirada amplia de lo que esto implica ya que en la actualidad no hay un mantenimiento ni insumos necesarios para estas instalaciones a pesar del riesgo para la seguridad del paciente y el equipo de salud.

En lo teórico este trabajo reviste importancia ya que permite describir al trabajador del área quirúrgica expuesta a agentes anestésico inhalatorios, donde la exposición profesional depende de la utilización adecuada de sistema de extracción de gases, junto a sistemas de ventilación en la sala de operaciones.

Además, con este estudio se pretende descubrir los factores que contribuyen en los quirófanos a una mayor exposición siendo este tanto técnicas como de infraestructura, a su vez conocer de manera general las posibles alternativas existentes para disminuir la exposición y daños potenciales a la salud.

Se espera que los resultados constituyan de alguna manera una forma de reconocer que tan grave es la exposición laboral de los profesionales del área quirúrgica, así como también establecer las consecuencias que la exposición a gases anestésicos tiene a largo, mediano y corto plazo ya sean graves, leves o moderadas.

Se pretende alcanzar a muchos lectores mediante esta investigación, siendo esta base fundamental para nuevos estudios que incluyan este problema y mediante este a su vez generar conciencia a cada uno de los consultores la problemática a nivel orgánico y el compromiso de salud al cual se ve expuesto el profesional de salud que labora en sala de operaciones.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la Exposición laboral a gases anestésicos residuales y consecuencias, en el personal de salud de sala de operaciones, Hospital Nacional De La Unión. Año 2018.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar dentro del personal de salud de sala de operaciones los trabajadores más expuestos a gases anestésicos residuales.

Mencionar que sistema del organismo es más susceptible a sufrir consecuencias de la exposición a gases anestésicos residuales.

Conocer las medidas de seguridad aplicadas por los profesionales de salud que laboran en sala de operaciones para disminuir la exposición a gases anestésicos.

Demostrar la exposición laboral a gases anestésicos residuales que afronta el personal de sala de operaciones a través de pruebas de laboratorio.

Descubrir las consecuencias en la salud esperadas por la exposición laboral a gases anestésicos residuales en cirugías de permanencia continua en un periodo de 5 a 6 horas.

2. MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES FISICAS DE LOS GASES

2.1.1 TRES PRINCIPIOS FISICOS DE LOS GASES

1 El gas ocupa un VOLUMEN (V)

2 El gas ejerce una PRESION (P) dentro de este volumen.

3 El gas tiene una TEMPERATURA (T). La temperatura determina la velocidad del movimiento y colisión de las moléculas del gas.

Como anestésicos inhalatorios se emplean tanto gases (N₂O, Xe, ciclopropano) como vapores (líquidos volátiles). El comportamiento de los gases ha sido descrito por una serie de leyes que deben conocerse para comprender acabadamente su accionar.

Las mismas se explican a continuación:

2.1.2 LAS LEYES DE LOS GASES

LEY DEL GAS PERFECTO. Mientras el número de moléculas (n) se mantengan constantes y las relaciones matemáticas se mantengan proporcionales, las relaciones entre presión (P), volumen (V) y temperatura son predecibles.

LEY DE BOYLE. A una temperatura constante, la presión varía inversamente con el volumen.

LEY DE CHARLES. Si la presión es constante, el volumen y la temperatura varían en forma directamente proporcional.

LEY DE GAY-LUSSAC. Si el volumen es constante, la temperatura y la presión varían en forma directamente proporcional.⁴

LEY DE HENRRY. El número de moléculas de gas que se disuelve en un líquido con el cual el gas no reacciona es directamente proporcional a la presión parcial del gas en la superficie del líquido, y la constante de proporcionalidad expresa la solubilidad del gas en líquido.

LEY DE DALTON DE LAS PRESIONES PARCIALES. En una mezcla de gases cada gas ejerce la presión que ejercería si ocupara por si solo todo el volumen.

LEY DE GRAHAM. Los índices de difusión a través de orificios o de membranas porosas son inversamente proporcionales a la raíz cuadrada del peso molecular.

2.1.3 EI AIRE O GAS AMBIENTE

La atmosfera del planeta alcanza una altura de 42Km desde la superficie de la tierra a nivel del mar hasta la estratosfera. Esta atmosfera está compuesta de una mezcla de moléculas de gases que se denomina aire o gas ambiente. Esta altura alcanzada ejerce un peso y presiona sobre la tierra con una fuerza suficiente para mantener la columna de mercurio del barómetro a 760 mm a nivel del mar. Esto se denomina PresiónAtmosféricaóPresiónBarométrica.

Según la Ley de Dalton, la presión atmosférica total resulta de la suma de las presiones individuales de los gases mezclados que constituyen el aire.

2.1.4 PRESION PARCIAL DE LOS GASES

La presión individual de un gas, solo o en mezcla, se denomina PRESION PARCIAL o TENSION, y se indica por la letra P.

La presión parcial de un gas se mantiene sin cambios, y es independiente de la presión parcial de otros gases de la misma mezcla. Es decir, que la presión que ejerce un gas siempre es la misma, este solo o en una mezcla (Ley De Dalton).

El aire ambiente seco es una mezcla de gases compuesta de: Oxígeno 21% (20,93%), Nitrógeno 79% (78,09%) y CO₂ 0 (0,03%).

La concentración del bióxido de carbono es tan baja que puede ser considerada como cero.

2.1.5 DIFUSION

Los gases tienen la propiedad de cruzar membranas celulares. Este movimiento a través de una membrana semipermeable se denomina DIFUSION.⁵

La difusión ocurre en respuesta a diferencias, o sea GRADIENTES, de presión: el gas pasa del lado de mayor presión hacia el de menor presión, para establecer el equilibrio (igualar la presión a cada lado de la membrana)

La velocidad de difusión dependerá de la magnitud del gradiente de presión. Cuanto mayor sea el gradiente, más rápida será la difusión y la eficacia del sistema dependerá también del equilibrio entre el grado de renovación en A y de extracción en B. (ver figura n° 1)

2.1.6 SOLUBILIDAD

De acuerdo con la ley de Henry, cuando se expone un líquido a la atmosfera, las moléculas del gas de la atmosfera penetran en el líquido y se mantienen en solución si no hay combinación con los componentes del líquido. Las moléculas del gas entran y salen del líquido hasta que haya equilibrio.

La presión de los gases disueltos en el líquido será entonces igual a la presión de los gases en la atmosfera, o sea que las presiones parciales (tensiones) de los gases líquidos son iguales a las presiones parciales de los gases atmosféricos. (Ver figura n°2)

En el organismo los gases se «distribuyen» entre la sangre y los tejidos de acuerdo con la citada ley. De esta manera en el estado de equilibrio la presión parcial del gas será semejante en cada componente del sistema, aunque el número de moléculas, necesario para generar esa presión parcial en cada compartimento, sea diferente.

El número de moléculas necesario para generar una determinada presión parcial en un fluido o tejido depende del coeficiente de solubilidad del gas en cada uno de ellos.

Es importante destacar que la ley de Henry se ajusta estrechamente a la realidad cuando se trabaja con gases reales, de manera que cuando se expone al organismo a altas concentraciones de un anestésico, el aumento de la presión parcial puede no describir un patrón lineal con la concentración del agente. Esto último ha sido descrito para el ciclopropano y xenón.

Todo gas en contacto con un líquido tiende a disolverse parcialmente en él. Este proceso se debe a un pasaje neto de las moléculas, del gas al líquido, que queda limitado al

estado de equilibrio. Durante éste, la presión parcial del gas es semejante en ambas fases (gas/ líquido). Si dicha presión aumenta, más moléculas se incorporarán al líquido para equilibrar nuevamente la presión. Si por el contrario la presión parcial del gas o vapor disminuye, las moléculas disueltas en el líquido escapan del mismo, restableciendo una vez más el equilibrio.

La magnitud de este fenómeno, es decir el número total de moléculas del gas que se disuelven en el solvente, depende de la naturaleza química del gas en cuestión, así como de su presión parcial durante el intercambio, las características del solvente y la temperatura a la que se produce dicho fenómeno.

La relación entre estos factores esta descrita por la Ley de Henry. Esta postula que la cantidad de gas disuelta en un líquido a una temperatura determinada es directamente proporcional a la presión del gas. Si en lugar de un solo gas se pone una mezcla de gases en contacto con un líquido, la cantidad disuelta de cada gas será de la misma manera directamente proporcional a su respectiva presión parcial en la mezcla.

Esta ley se aplica para todos aquellos gases que no reaccionan químicamente con los líquidos orgánicos es decir para todos los gases y vapores anestésicos.

Si se expone en un recipiente con sangre venosa, que es la sangre que llega al pulmón, al aire atmosférico a nivel del mar, ocurriría lo siguiente:

La sangre venosa tiene una presión parcial de bióxido de carbono (PCO_2) de 46 mm Hg y una presión parcial de oxígeno (PO_2) de 40 mm Hg.

El aire ambiente tiene PCO_2 de 0 y PO_2 DE 159 mm Hg.

Por consiguiente el CO_2 saldría hacia la atmosfera y el oxígeno entraría de la atmosfera a la sangre.

Y esto es simplemente lo que ocurre con el fenómeno de la respiración a nivel alveolo pulmonar.

Se hace especialmente importante para analizar el comportamiento farmacocinético de los gases y vapores anestésicos conocer también los principios generales que rigen la difusión y disolución de los mismos entre diferentes espacios comunicados entre sí.

En un sistema compuesto por varios gases y vapores, el proceso de difusión entre espacios comunicados, conduce a un estado de equilibrio caracterizado por la uniformidad de la presión de cada gas o vapor en cada uno de ellos. Sin embargo, la velocidad a la que difunde el gas no es constante, sino que disminuye exponencialmente con el tiempo a medida que las presiones parciales se van equilibrando a uno y otro lado de la membrana que separa los recipientes.

2.1.7 PROPIEDADES DE LOS GASES Y VAPORES ANESTÉSICOS

Se denomina vapor al estado gaseoso de los cuerpos que son líquidos o sólidos en las condiciones ordinarias de presión y temperatura. El cambio de estado líquido a vapor se denomina vaporización y la reconversión del vapor al estado líquido se conoce como condensación. Si bien es cierto que los vapores se apartan considerablemente del comportamiento de los gases perfectos, las leyes fundamentales que los estudian pueden aplicarse, tolerando un elevado margen de error, para comprender y analizar algunas de las conductas de los agentes empleados en la anestesia por inhalación.⁶

Por lo general los líquidos se encuentran formando un sistema en equilibrio entre sus fases líquida y gaseosa, donde la presión de vapor permanece constante mientras no varíe la temperatura. Se dice que el vapor está saturado cuando ha alcanzado su estado de equilibrio con la fase líquida y se denomina presión de saturación a la que ejerce el vapor en dicho estado. Esta última, es característica de cada líquido y depende de la temperatura en la que se halle, siendo independiente de los cambios de volumen y de presión exterior. De esta manera la presión de vapor se mantiene inalterada merced al constante número de moléculas que se liberan de la fase líquida o se reintegran a la misma, acompañando las variaciones impuestas por cambios de volumen o presión. Esta es una importante diferencia con los gases ya que éstos aumentarían la presión al reducirse el volumen del continente en el que se encuentran.

La ebullición de un líquido se produce cuando la presión de vapor alcanza un valor similar al de la presión atmosférica. De esta manera, el punto de ebullición es la temperatura en que la presión de un vapor saturado es igual a la presión exterior. La condensación de un vapor puede obtenerse comprimiendo o enfriándolo. A presión atmosférica sólo bastará una ligera substracción de calor para provocarla. Por esta razón es poco conveniente calentar por encima de la temperatura ambiente un anestésico volátil para favorecer su vaporización ya que se condensará rápidamente en las tubuladuras del circuito disminuyendo a la vez su presión de saturación. El desflurano constituye una excepción porque su punto de ebullición se encuentra muy próximo a la temperatura ambiente habitual de los lugares de trabajo.

Para obtener la licuación de un gas se requiere de enfriamiento y compresión a la vez.

2.2 AGENTES ANESTESICOS INHALATORIOS

Los agentes anestésicos inhalatorios son un grupo de fármacos con la capacidad de producir anestesia general al ser administrados al paciente en forma de vapor o gas a través de la vía respiratoria.

2.2.1 CLASIFICACIÓN

Los agentes inhalatorios se pueden clasificar en 2 grupos

1. Líquidos orgánicos volátiles: Son compuestos que a temperatura ambiente y a presión atmosférica permanecen en forma líquida.

Los agentes más usados son los halogenados dentro de los cuales tenemos:

Metoxifluorano (actualmente en desuso por su nefrotoxicidad)

Halotano

Enflurano

Isoflurano

Sevoflurano

Desflurano

Estos fármacos requieren para su vaporización y administración el uso de vaporizadores calibrados que permiten conseguir una concentración estable y precisa del agente en la mezcla inspirada.

2. Gaseosos: Son compuestos que a temperatura y presión ambiente se encuentran en estado gaseoso por lo que comparten sus propiedades físicas.⁷

Los agentes anestésicos gaseosos más importantes son:

Óxido nitroso

Ciclopropano (actualmente en desuso debido a su toxicidad y por ser explosivo).

Xenón

2.2.2 HALOTANO

Es el 2 bromo 2 cloro 1-1-1-trifluoroacético y es el único hidrocarburo halogenado.

El halotano es un líquido incoloro, de olor dulzón, no inflamable, no explosivo, que requiere timol para su conservación. Tiene la capacidad de reaccionar con los metales a los que oxida. Se descompone lentamente en cal sodada, e interactúa con el caucho y la goma.⁷

Es el más soluble en sangre de los agentes inhalatorios, por lo que teóricamente tiene una inducción más lenta; sin embargo, en la práctica presenta una rápida inducción y muy baja incidencia de excitación en niños, por lo que puede ser usado en la técnica bajo máscara.

Además, no produce irritación de la vía aérea. La CAM es la más baja de todos los halogenados, lo que habla de su gran potencia anestésica y varía según la edad.

Metabolismo: El halotano es el agente anestésico inhalatorio con mayor grado de metabolización. El 20% se metaboliza a nivel hepático, sobre todo por reacciones de oxidación a nivel del citocromo P450. El principal metabolito es el ácido triclorofluoroacético (TFA) que se elimina por la orina. Este metabolito se puede unir con constituyentes celulares, alterando las proteínas endógenas hepáticas, las que son reconocidas como extrañas, haciéndose inmunogénicas y generando la producción de anticuerpos en algunos pacientes.

También se puede encontrar en la orina fluoruros, bromuros y cloruros que se han implicado en los trastornos del humor y de la función intelectual postoperatoria. El 80% es exhalado sin cambios.

2.2.3 ENFLUORANO

Este anestésico inhalatorio es un metil de etiléterfluorado no inflamable. Posee una presión de vapor de 172 mm Hg a 20 C y un punto de ebullición de 56.5 C. El coeficiente sangre/gas del enflurano es 1.8. Su CAM alcanza 1.68 en O₂ a 100%, y 0.57 en N₂O a 70%.^{18,21} La inducción puede lograrse utilizando 3 a 4% de enflurano en aire u O₂, o bien con 1.5 a 3% en N₂O. El mantenimiento de la anestesia se consigue con 1 a 3% de enflurano. El despertar de la anestesia con enflurano es un poco más lento que con isoflurano. El enflurano es resistente a la degradación por la cal sodada y puede, en consecuencia, utilizarse durante la anestesia con bajos flujos o sistema cerrado. Su biotransformación libera iones fluoruro, pero su concentración no alcanza cifras nefrotóxicas, y produce reducción de la presión arterial dependiente de la dosis como consecuencia de su inotropismo negativo. Semejante al isoflurano y al desflurano, el enflurano no sensibiliza al corazón para arritmias; tampoco ocasiona síndrome de robo

coronario. No aumenta la presión intracraneal y, sobre todo en combinación con hiperventilación, aumenta el riesgo de convulsiones. Al igual que el halotano y el isofluorano, el enflurano puede producir hipertermia maligna. Este fármaco potencia la acción de los agentes relajantes musculares periféricos más que otros agentes anestésicos inhalatorios.

Su empleo está limitado en algunos países, en los cuales suele reemplazarse por isofluorano, pero su bajo costo permite que se le siga utilizando, lo cual reduce algunas diferencias respecto de los nuevos inhalatorios, generalmente más caros.

2.2.4 ISOFLUORANO

Éste es un anestésico inhalatorio halogenado metil-etil-éter no inflamable cuya presión de vapor es de 239 mm Hg a 20 C y cuyo punto de ebullición se sitúa en 48.5 20 C. Su coeficiente sangre/gas es de 1.4, mientras que su CAM en O₂ a 100% es de 1.15, y de 0.50 en N₂O a 70%.

El isofluorano es resistente a la degradación por la cal sodada y puede ser utilizado con bajos flujos en sistemas de circuito cerrado de anestesia. Su bajo índice de degradación del isofluorano se debe a la difícil oxidación de su molécula. Sus productos finales parecen ser flúor (F₂) iónico, y ácido trifluoracético en concentraciones no tóxicas. El isofluorano, además, puede disminuir la cantidad de metabolitos del halotano. Los metabolitos del isofluorano son pocos, ya que su coeficiente de partición aceite/gas es bajo, lo que le permite salir rápidamente de los tejidos en el posoperatorio y estar poco tiempo disponible para su metabolización. Además, su molécula es difícil de oxidar y al igual que el halotano puede producir necrosis hepática. El monto de F₂ inorgánico que libera este fármaco es de aproximadamente 10 mol/L; el sevofluorano también libera F₂ inorgánico. Cuando el paciente sufre una insuficiencia renal aguda puede llegar a 40 mol/L, concentración en sí misma nefrotóxica, por lo que el isofluorano debe utilizarse con precaución en nefrópatas.

La inducción de la anestesia con isofluorano es desagradable dado el olor de este inhalatorio. Puede lograrse utilizando 3 a 4% de isofluorano en aire o en O₂, o bien 1.5 a 3% de isofluorano en N₂O a 65%.

La inducción con isoflurano solo puede producir tos y periodos de apnea; por tanto, es aconsejable combinarlo con anestésicos intravenosos o premedicación con BDZ (¿benzodiazepinas?) y/o morfínicos. El mantenimiento puede lograrse con 1 a 0.25% de isoflurano. El despertar de la anestesia con isoflurano es más rápida que con halotano o enflurano pero depende de la duración del procedimiento anestésico.⁷

2.2.5 DESFLUORANO

La síntesis química del desflurano se inscribe en la tendencia a crear nuevos fármacos que permitan un control mayor y más rápido del nivel de anestesia junto con una disminución de la toxicidad potencial. El desflurano consigue estos resultados con la incorporación de iones F2. El desflurano se distingue por el cambio de un F2 por cloro (C2) en el isoflurano. La molécula resultante es muy estable y metaboliza menos de 0.1%. La sustitución en el núcleo del ion C2 por el F2 aumenta la resistencia del desflurano a la biodegradación. En pacientes voluntarios sometidos a exposición prolongada de desflurano, las concentraciones de F2 inorgánico en orina fueron mínimas. El aumento de este elemento provee una excelente estabilidad molecular y una baja solubilidad. La presión de vapor aumenta.

Las mediciones de trifluoroacetato en sangre y orina mostraron sólo huellas de este producto del metabolismo del desflurano (aproximadamente 0.02%, es decir 10 veces menos que la cantidad del mismo producto obtenido tras la exposición al isoflurano). En este caso, la potencia del desflurano (1/5 de la del isoflurano) y su solubilidad sangre/gas (0.42) disminuyen. En concentraciones anestésicas clínicas usuales, el desflurano no es explosivo ni inflamable; hierve a 22.8 C y para ser vaporizado requiere de una tecnología distinta a la de los otros halogenados. Es estable con la cal sodada. Su CAM en pacientes de 30 a 60 años es de 6%; en niños es de 9%, y algo mayor en menores de 6 meses y en pacientes de 70 años.⁷

La solubilidad del desflurano en tejidos es muy baja, con un rápido incremento de la concentración alveolar y una rápida caída al cerrar el vaporizador. Los aumentos y disminuciones del desflurano en el alveolo se reflejan rápidamente en el cerebro.

2.2.6 SEVOFLUORANO

El sevofluorano es un anestésico inhalatorio que ofrece una variedad de efectos útiles, incluyendo una inducción más suave, rápida y precisa, así como un progreso rápido hacia la profundidad anestésica requerida y un excelente perfil de recuperación. Se le utiliza para la inducción y el mantenimiento de la anestesia en una amplia variedad de pacientes y procedimientos.

Biotransformación: En humanos, la biotransformación metabólica de sevofluorano es menor a 5%, dado que 95% de esta sustancia se elimina íntegro por vía pulmonar. Los principales productos de dicha biotransformación incluyen fluoruros inorgánicos.

2.2.7 EL ÓXIDO NITROSO

El óxido nitroso (N₂O), o dióxido de nitrógeno, fue descubierto por el científico inglés Joseph Priestley en 1793.

Priestley fue también el primero en aislar y preparar gases como el oxígeno (O₂), el bióxido de carbono (CO₂), el monóxido de carbono (CO), el amonio (NH₄⁺) y el dióxido de sulfuro. Humphrey Davy llamó “gas de la risa” al N₂O después de experimentar con él en humanos y durante 40 años fue empleado como droga recreativa. El N₂O es un gas incoloro, sin olor ni sabor apreciable.

Se vende en cilindros de acero, como líquido bajo presión y en equilibrio con su fase gaseosa. Actualmente, el N₂O es el único gas inorgánico empleado en anestesia clínica; es relativamente poco soluble en sangre, posee un coeficiente de partición sangre/gas de 0.47 y su CAM es de 104%.^{18,21} El coeficiente de partición sangre/gas, o solubilidad, es uno de los determinantes de la velocidad de inducción. Cuanto más bajo sea el coeficiente de solubilidad, más rápida será la inducción. Cuando comienza la anestesia inhalatoria, el aire pulmonar obviamente no contiene anestésico. Si se le administra por medio de una máscara, la presión parcial aumenta rápidamente en el alveolo pulmonar, puesto que no se le opone fuerza alguna a su entrada, hasta que aparece la diferencia entre presión parcial del tejido y sangre venosa. En 1 o 2 min la presión alveolar es suficiente para que comience la absorción, la cual se equilibra con la entrada ventilatoria. La presión

alveolar que se necesita para este equilibrio se logra rápidamente con anestésicos pocos solubles, como el N₂O, pero si ese agente es medianamente soluble, tal como el halotano, tarda más en llegar a este equilibrio y, por ende, se demora más en pasar de la sangre a los tejidos.

Toxicidad Del Óxido Nitroso: El N₂O no debe ser empleado en mujeres embarazadas porque, de acuerdo con algunos informes, puede aumentar el peligro de aborto espontáneo. Existe evidencia epidemiológica de que la exposición prolongada a este gas puede producir aborto, daño renal, hepático y neurológico en personal de quirófano. El N₂O produce inactividad de la vitamina B12 y reduce las concentraciones séricas de metionina y de tetrahidrofolato durante la anestesia. La disminución del tetrahidrofolato puede inducir leucopenia, anemia megaloblástica y daño neurológico, e incluso podría ser responsable de fetotoxicidad y teratogenicidad. Asimismo, en ciertas circunstancias el N₂O puede producir desorientación, alucinaciones visuales y auditivas, visión fija, paranoia (no siempre), analgesia o euforia. La mayoría de los efectos dura aproximadamente 1 min, pero puede tomar varios minutos para que los efectos residuales se disipen.

2.3 TOXICIDAD DE LOS ANESTESICOS HALOGENADOS EN LOS SISTEMAS.

2.3.1 CONSECUENCIAS PARA LA SALUD

Los efectos de la exposición a concentraciones bajas de gases anestésicos sobre la salud se valoran a partir de trabajos efectuados en animales, encuestas epidemiológicas y estudios en voluntarios sanos. En los animales, los investigadores han investigado sobre todo los efectos del halotano y el protóxido de nitrógeno, solos o en combinación. Los animales, en general ratones o ratas, se someten a concentraciones a veces muy bajas, cercanas a las medidas en los quirófanos, o, por el contrario, subanestésicas, sin relación con los niveles de exposición profesional. La duración de la exposición es también muy variable y lo ideal sería que fueran parecidas a las del personal, es decir, de 4-8 horas al día, 5 días de cada 7 durante varias semanas.

MUJER EMBARAZADA Y LOS GASES ANESTESICOS.

Los gases anestésicos son sustancias volátiles utilizadas en áreas quirúrgicas. Se hallan expuestos anestesistas, cirujanos, obstetras, personal de enfermería, técnicos de radiología, dentistas, personal de limpieza.⁸

Los valores límites ambientales, se encuentran recogidos en las guías del INSHT (El Instituto nacional de seguridad de higiene y de trabajo). El embarazo no presupone la retirada del trabajo siempre que estos estén por debajo de las recomendaciones.

Derivados de la inhalación de gases anestésicos, se ha descrito estudios toxicológicos en animales que constatan el enlentecimiento de los procesos de desarrollo, crecimiento y aprendizaje a concentraciones anestésicas equivalentes a las residuales en quirófano. En el Reino Unido se acepta que la exposición crónica de mujeres embarazadas a anestésicos inhalatorios corre riesgo de aborto. Con este mosaico de riesgos se pretende, más bien que se esté informadas de que existen y que se tiene el derecho de protección ante la situación de embarazo y lactancia.

La protección de las trabajadoras exige evitar la exposición a determinados riesgos. Por otro lado, es evidente que la simple presencia de un agente nocivo para el embarazo en una actividad laboral no siempre implica la inmediata retirada del contacto. Hay factores como son el temporal (no todos los agentes son nocivos en toda la gestación) y la intensidad (habrá que determinar a partir de qué dosis el agente es nocivo).⁹

Es función de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales valorar los riesgos en el puesto de trabajo y establecer las medidas preventivas necesarias para garantizar la seguridad y salud de la trabajadora, del feto y del recién nacido y por ello tienen protocolos desarrollados para alcanzar estos objetivos, lo más adecuado es dirigirse siempre en el primer momento a la de Prevención de Riesgos Laborales consultando con los superiores, ya que ellos conocen la documentación necesaria para iniciar el proceso y si se necesita , seguro que son útiles para las trabajadoras, algunas aclaraciones:

1. Una obvia: “La trabajadora no está obligada a comunicar su situación de embarazo. Si lo hace es para promover la situación de especial protección”.
2. Es conveniente diferenciar, que “no es lo mismo riesgo durante el embarazo, que embarazo de riesgo”, siendo las prestaciones diferentes y que, en caso de precisarse una baja laboral en este último caso, sería una Incapacidad Temporal por enfermedad común.
3. Al considerarse una Contingencia profesional NO es necesario un periodo mínimo de cotización a la Seguridad Social.⁹

FISIOLOGÍA DEL SUEÑO Y LA VIGILIA

Si se les brinda la oportunidad, casi todos los adultos dormirán 7 a 8 h cada noche, aunque variarán el horario, la duración y la estructura interna del sueño entre las personas sanas y también según su edad. En los extremos de la vida, los lactantes y los ancianos muestran interrupciones frecuentes del sueño.¹⁰

Dos sistemas nerviosos principales rigen la expresión del sueño y la vigilia en el ciclo diario.¹⁰

El primero potencia el sueño en proporción a la duración de la vigilia (“el mecanismo homeostático del sueño”), en tanto que el segundo modula de manera rítmica las tendencias de sueño y vigilia, en fases apropiadas de 24 h (el reloj circadiano). Las anormalidades intrínsecas en la función de cualesquiera de los sistemas o las perturbaciones extrínsecas (ambientales, farmacológicas o patológicas) que reemplacen su expresión normal, pueden ocasionar trastornos del sueño clínicamente identificables.

ESTADOS Y FASES DEL SUEÑO

Los estados y las fases del sueño del ser humano se definen según los perfiles característicos que se obtienen mediante el electroencefalograma (EEG), el electrooculograma (EOG, una medición de la actividad de los movimientos oculares) y el electromiograma de superficie (EMG) de los músculos del mentón y del cuello. El registro continuo de este grupo de parámetros electrofisiológicos para definir el sueño y la vigilia se denomina polisomnografía.

Los perfiles polisomnográficos definen dos estados del sueño: 1) sueño desincronizado o de movimientos oculares rápidos (REM, rapid-eye-movement), y 2) sueño sincronizado o sin movimientos oculares rápidos (NREM, non-rapid-eye-movement.) (También se han castellanizado ambas siglas, como MOR y N-MOR, respectivamente.) El sueño NREM se clasifica a su vez en cuatro fases, que se caracterizan por una elevación del umbral para despertarse y una lentitud creciente del EEG cortical.

Etapa 1 (Adormecimiento): Es un estado de somnolencia que dura unos diez minutos, donde el EEG muestra una cierta actividad de onda theta (3,5-7,5 Hz). Es la transición entre la vigilia y el sueño. Se pueden dar alucinaciones tanto en la entrada como en la salida de esta fase. Esta etapa ocupa el 10 % del tiempo total del sueño.

Etapa 2 (Sueño ligero): Disminuyen tanto el ritmo cardíaco como el respiratorio. El registro del EEG muestra períodos de actividad theta, husos del sueño y complejos K. Los husos del sueño son conjuntos de ondas de entre 12 y 14 Hz que suceden varias veces por minuto entre las fases 1 y 4 del sueño.

En la misma surgen esporádicamente dos grafoelementos típicos del EEG del sueño: las espigas del sueño (ondas puntiagudas) y los complejos K (picos repentinos).

Etapa 3: Fase de transición hacia el sueño profundo. Pasamos unos 2 - 3 minutos aproximadamente en esta fase.

Etapa 4 (Sueño Delta): Fase de sueño lento, las ondas cerebrales en esta fase son amplias y lentas, así como el ritmo respiratorio. Cuesta mucho despertarnos estando en esta fase, que dura unos 20 minutos aproximadamente. No suelen producirse sueños. Ocupa el 20 % del tiempo total del sueño. Se considera que ésta es la fase que determina una buena o mala calidad del sueño en términos de su eficiencia, esto es, la experiencia subjetiva de que el sueño ha sido o no reparador.¹⁰

2.3.2 EFECTOS NEUROLÓGICOS

EFECTOS CENTRALES; PSICOMOTORES

La Concentración, Fijar la mente en un solo punto, sin vagar y sin entregarse a distracciones que causan los objetos externos, la actividad de los sentidos o la mente misma: esto es concentración.

El concepto de concentración está muy unido al de atención. La concentración es un grado superior a la atención. El manejo de la concentración trata de combatir dos fuentes principales perturbadoras de la atención: la falta de actitud positiva y los estímulos distractores.¹¹

La concentración es la capacidad para fijar la atención sobre una idea o una actividad de forma selectiva. Sin permitir que en el pensamiento entren elementos ajenos a ella. La distracción es la pérdida de concentración. Las alteraciones de la atención son:

Interiorización: consiste en la concentración del sujeto en su vida interior, con lo que no se atienden estímulos externos. Variabilidad: consiste en la fluctuación constante de la atención, que pasa de un objeto a otro si quedar fija en ninguno. Inconstancia: se manifiesta por un rápido cansancio de la atención.

¿Qué es la atención? Según W. James, dada su complejidad dentro del sistema cognitivo (función selectiva, de distribución de recursos, de sostenimiento de la atención) y su relación con otros procesos, como percepción, memoria, aprendizaje, razonamiento, etc. La investigación científica actual en el campo de la atención cobra su máxima relevancia en su imbricación con la neurociencia.¹²

Alteración de la capacidad de la memorización es un síntoma frecuente de la actividad psíquica, como la alteración en la capacidad de trabajo, o alteraciones en la esfera motivadora, se manifiestan en el propio enfermo y a los que lo observan como alteraciones de la memoria.¹³

PERCEPCION AUDIOVISUAL, El objetivo de la percepción es la captación de la realidad y su interpretación según la suma de todas nuestras sensaciones. También intervienen en el proceso perceptivo las asociaciones significativas que realizamos con ellas según las experiencias acumuladas en nuestra memoria.

La percepción es siempre selectiva. El ser humano recibe un exceso de información que el cerebro no puede procesar. La mayoría de los estímulos sensoriales se mantienen en un plano difuso, siendo consciente únicamente de aquellos que merecen nuestra atención.¹⁴

Bruce et al observaron una disminución significativa de la capacidad de memorización, atención, percepción audiovisual y ejecución motora en voluntarios sanos expuestos a concentraciones muy bajas de N₂O (50 ppm) y de halotano (1 ppm). Cuando estas mismas personas inhalaban una mezcla de protóxido de nitrógeno (25 ppm) y halotano (0,5 ppm), no se constató alteración alguna de sus rendimientos con las mismas capacidades mencionadas. Estos valores, por encima de los cuales la alteración de los rendimientos psicomotores del personal sanitario puede influir sobre la seguridad de los pacientes, fueron los considerados a la hora de fijar los primeros umbrales de exposición profesional.

Smith et al no encontraron ninguna alteración de los rendimientos en las pruebas audiovisuales y de memorización con concentraciones claramente superiores de halotano (100-150 ppm) ni luego de la exposición a una mezcla de N₂O (485-700 ppm) y halotano (10-16 ppm).

La alteración de la vigilancia tras la exposición a enflurano sólo aparece con concentraciones subanestésicas del 0,25%. Sin embargo, en el personal de las áreas quirúrgicas expuesto a concentraciones relativamente bajas de N₂O y de enflurano, valoradas a partir de las determinaciones urinarias, Lucchini et al constataron alteraciones en la prueba del tiempo de reacción simple (SRT). Este mismo autor, utilizando sobre todo el cuestionario EURO-QUEST concebido para los trabajadores expuestos a productos químicos con efectos neurotóxicos, no observó ninguna degradación de las puntuaciones de las respuestas a las pruebas cuando los niveles de exposición no superaron las 25 ppm de N₂O y 0,5 ppm de isoflurano.²

En las condiciones habituales de exposición, parece poco probable que estos efectos centrales del N₂O, que se deben a la acción inhibitoria del receptor N-metil-Daspartato (NMDA) glutamatérgico, tengan una influencia significativa sobre la capacidad de juicio del personal sanitario y, por tanto, sobre la seguridad de los pacientes. Incluso existiría en el personal de las áreas quirúrgicas un fenómeno de tolerancia a los gases anestésicos similar al que se observa con el alcohol. Después de la exposición, los alumnos de enfermería que trabajan en unidades asistenciales obtienen resultados menos buenos en las pruebas psicomotoras que sus colegas de las áreas quirúrgicas.

MANIFESTACIONES NEUROPSICOLÓGICAS

El personal de las áreas quirúrgicas se queja a menudo de náuseas, trastornos del estado de ánimo, irritabilidad, fatiga y cefaleas. Estos síntomas inespecíficos son idénticos a los del síndrome del edificio enfermo o sickbuilding síndrome (SBS) de los anglosajones. Algunos autores los atribuyen a la exposición crónica a los gases anestésicos, pero otros los imputan a las condiciones psicológicas del trabajo. El síndrome neuropsicológico descrito en Francia por Saurel-Cubizolles, consistente en la asociación de al menos dos de tres síntomas (cefalea, vértigos y retraso del tiempo de reacción), se observaría en el 22% del personal del área cuando el porcentaje de renovación del aire es inferior a 10 vol/hora. El exceso de mortalidad por suicidio comprobado en los anestesiistas varones ingleses en comparación con los varones de condición social similar es, en realidad, idéntico al de los demás médicos.

EFFECTOS NEUROLÓGICOS PERIFÉRICOS

El personal de las áreas de cirugía pediátrica y de las consultas de odontología expuesto a concentraciones elevadas de N₂O refiere a menudo disestesias de tipo hormigueo.

Disestesia: difícilmente y de sentimiento: disminución de la sensibilidad, dificultad de sentir.¹⁵

En la anestesia la sensibilidad está totalmente abolida. Este fenómeno pende por lo común de una causa morbos: así hay anestesia en los parálíticos. Sin embargo, hemos visto a bicetre un hombre, cuyo brazo derecho estaba destituido de toda sensibilidad sin haber disminuido en su volumen, ni haber perdido la agilidad de sus movimientos. La disestesia es un principio de este mal estado de abolición, del que solamente se diferencia, porque el enfermo todavía puede percibir, aunque de un modo confuso e imperfecto, la impresión de los cuerpos externos, por lo tanto, la disestesia es lo mismo que la torpeza. Las disestesias incluyen los hormigueos, pinchazos, sensaciones de quemor y/o de irritación, dolores y adormecimientos.¹⁶

Esta puede ser natural, en efecto, el sueño disminuye la sensibilidad, y todo aquello que ocupa fuertemente al entendimiento y la imaginación, como las meditaciones profundas o la vida estática y contemplativa, pone al hombre menos capaz de ser afectado por las impresiones exteriores.¹⁵

La disestesia accidental depende, ya de la depravación de la sensibilidad en sí misma, ya únicamente de la alteración de los órganos destinados a transmitir la impresión que pone en acción esta facultad. Así es que muchas enfermedades empiezan anunciarse por la disminución de la facultad de sentir; tales como las perlesías y casi todas las calenturas malignas, las enfermedades orgánicas de la piel o de las partes subyacentes por ejemplo la espesura de las epidermis, y el endurecimiento del tejido celular, se oponen a que las extremidades nerviosas sean afectadas con suficiente viveza por las cualidades sensibles de los cuerpos que los rodean.¹⁷

Las alteraciones neurológicas graves como las mielopatías son excepcionales y se deben a exposiciones repetidas a concentraciones elevadas de protóxido de nitrógeno. En general, se observan en el marco de las toxicomanías y rara vez son consecuencia exclusiva de la exposición profesional. El cuadro clínico es el de una esclerosis combinada de la médula por carencia de vitamina B12 asociada a una degeneración de los cordones posteriores y laterales. Los signos predominantes son parestesias y ataxia. Las manifestaciones neurológicas pueden preceder a la afectación hematológica y la recuperación tardía va acompañada a veces de secuelas.²

En los estudios con resonancia magnética (RM), la lesión medular se traduce en una hiperseñal de localización cervical en las secuencias potenciadas en T2.

En una encuesta reciente efectuada en enfermeras anestesistas suecas se observó un aumento de la incidencia de la esclerosis en placas. Sin embargo, este estudio adolece de varios sesgos: no se valoró el grado de la exposición, la encuesta se hizo con un cuestionario retrospectivo y no se tuvieron en cuenta varios factores de confusión (hábito de fumar, exposición a radiaciones ionizantes, etc.).

2.3.3 TOXICIDAD HEPÁTICA

De los agentes anestésicos por inhalación, sólo los halogenados pueden producir toxicidad hepática. En el ser humano, la toxicidad por halotano obedece a dos mecanismos.

El primero, específico de la vía reductora del metabolismo de este fármaco, suele ser subclínico y se traduce en una discreta elevación de las enzimas hepáticas. El segundo es raro (1/20.000 a 1/35.000) y se manifiesta por una hepatitis aguda grave. Entre los factores de riesgo identificados se encuentran la obesidad, el sexo femenino, la edad madura (la afectación hepática es excepcional en los niños) y, sobre todo, la repetición de las exposiciones en un período corto. Su mecanismo es inmunoalérgico, como atestigua la presencia en el suero de los pacientes de inmunoglobulinas (Ig) G dirigidas contra proteínas microsomiales hepáticas modificadas.

El metabolismo hepático del halotano por el citocromo P450 2E1 conduce a la formación de un metabolito intermediario, el ácido trifluoroacético (TFA). El TFA se comporta como un hapteno monovalente que se une mediante enlace covalente a las proteínas del retículo de los hepatocitos. Estas moléculas híbridas pueden comportarse como neoantígenos e inducir una reacción autoinmunitaria con síntesis de anticuerpos antihepatocitos. El riesgo de hepatitis es proporcional a la cantidad de neoantígenos formados, proporcional a su vez al grado de metabolización hepática del halogenado: halotano (20%), enflurano (3-5%), isoflurano (0,2-0,5%) o desflurano (0,05%).

Esto explica la escasa toxicidad hepática del enflurano, del isoflurano y, sobre todo del desflurano. Los raros casos de hepatitis debidos a enflurano o isoflurano se registran principalmente en personas que fueron anestesiadas antes con halotano, lo que apoya una sensibilización cruzada entre los halogenados. El número de casos de hepatitis por isoflurano notificados a la Food and Drug Administration (FDA) de EE.UU. entre 1981 y 1984 fue de 16 entre alrededor de 14 millones de pacientes anestesiados con este fármaco. Sólo se ha publicado un caso de hepatitis autoinmunitaria por desflurano. A diferencia de los demás halogenados, en el metabolismo del sevoflurano no se produce TFA sino hexafluoro-isopropanol (HFIP), que se elimina rápidamente en la orina tras su conjugación con ácido glucurónico y que no es inmunógeno, lo que descarta el riesgo de hepatitis autoinmunitaria. Sin embargo, no puede excluirse una posible toxicidad hepática del sevoflurano, pues se conocen casos excepcionales de hepatitis postoperatorias con ese fármaco.

Se han descrito varios casos de hepatitis autoinmunitaria inducidos por halotano y confirmados por la presencia de anticuerpos, tras la exposición crónica a este halogenado. En Francia, la hepatitis por halotano está reconocida como enfermedad profesional. Se define como una hepatitis desarrollada tras una nueva exposición al halotano y confirmada por pruebas bioquímicas, tras haber excluido las demás etiologías. El intervalo hasta su identificación es de 15 días.

2.3.4 SISTEMA INMUNITARIO

Los datos experimentales y clínicos que pretenden establecer una relación causal entre la exposición crónica a los gases anestésicos y la alteración de sistema inmunitario son contradictorios. Los efectos sobre la inmunidad parecen depender del fármaco utilizado, del grado de exposición y también de la edad de la persona expuesta. Para Peric et al, la exposición a concentraciones elevadas de halotano y protóxido de nitrógeno produce modificaciones de la fórmula sanguínea con desaparición de los basófilos y disminución notable de linfocitos B y de las células citolíticas naturales (NK), junto a un aumento relativo de los linfocitos CD2 y CD4. Por el contrario, para Bargellini et al, la exposición crónica a concentraciones bajas de N₂O y de isoflurano induce un descenso de los linfocitos T (CD3) con ascenso de las células NK (CD16+ CD3-). En las personas expuestas a concentraciones bajas de N₂O, de sevoflurano y de isoflurano se ha observado inhibición de la apoptosis. Estas anomalías del sistema inmunitario, no confirmadas por todos los autores, no tienen, en principio, consecuencias clínicas notables.

2.3.5 TOXICIDAD HEMATOLÓGICA

La toxicidad hematológica del protóxido de nitrógeno se conoce desde los años cincuenta, cuando varios pacientes con tétanos sedados con N₂O desarrollaron aplasia medular. Cuando se administra este anestésico a una concentración del 70%, aparecen en 24 horas anomalías de las series sanguíneas, megaloblastosis e hipersegmentación. (La hipersegmentación nuclear es una anomalía de los neutrófilos y eosinófilos que muestran una lobulación mayor de lo normal)¹⁸

Observándose en exámenes 1. Aumento de tamaño de los precursores de las tres series hematopoyéticas. 2. Asincronía madurativa núcleo-citoplasmática (mayor maduración citoplasmática que nuclear). 3. Eritropoyesis ineficaz con aborto intramedular,

dando lugar a alteraciones bioquímicas. 4. Eritrocitos de gran tamaño con aumento del volumen corpuscular medio.¹⁹

En dentistas sometidos a exposiciones superiores a 4.000 ppm se constatan alteraciones de la serie granulocítica, con una prueba de supresión de desoxiuridinapositiva, pero sin modificaciones de las concentraciones sanguíneas de vitamina B12 y de folato. Grados más bajos de exposición no tienen consecuencias, ni siquiera en ausencia de dispositivos para la evacuación de gases.²⁰

Salo et al no observaron disminución alguna de la concentración plasmática de vitamina B12 y folato, ni tampoco variaciones de las series sanguíneas en los anestelistas y personal de enfermería de las áreas quirúrgicas. Por tanto, puede concluirse que, en el marco de la exposición profesional a concentraciones bajas de protóxido de nitrógeno, la aparición de efectos hematológicos es improbable. Los halogenados carecen de toxicidad hematológica.²

2.3.6 TOXICIDAD RENAL

No existe toxicidad renal imputable al protóxido de nitrógeno ni a los halogenados actuales en el marco de la exposición profesional.

2.3.7 ALERGIA CUTÁNEA

Se han descrito casos de dermatitis alérgica de contacto a los vapores de halotano y de isoflurano.²

La alergia cutánea es una enfermedad inflamatoria crónica de la piel, que se caracteriza por lesiones eccematosas de distribución característica, piel seca y picor intenso. Es benigna, pero puede llegar a alterar mucho la calidad de vida. Actividades como el sueño, trabajo y estudios se ven afectadas.²¹

El curso fluctuante de la enfermedad hace que períodos libres de síntomas se sigan de exacerbaciones de la enfermedad más o menos intensas.

Multitud de factores de exposición que ayudan a mantener y exacerbar los síntomas. En algunos casos (no en todos) es posible demostrar la existencia de una alergia a uno o varios alimentos o a otros alérgenos (ácaros del polvo doméstico, epitelios de animales, etc.

2.3.8 ELIMINACION DE ANESTESICOS INHALADOS

Se sabe que los anestésicos inhalados se eliminan por tres vías principales son las siguientes:

- Espiración pulmonar (la vía principal)
- Excreción renal una vía para la eliminación solo de pequeñas cantidades de los agentes volátiles iniciales del cuerpo
- Biotransformación los metabolitos pueden eliminarse por el aparato respiratorio o urinario.

ESPIRACION PULMONAR

El aparato respiratorio es la vía principal de eliminación de gases inhalados y agentes volátiles. El proceso depende de leyes de gases y factores de solubilidad y es esencialmente la inversión de los factores de captación y distribución.

Por esta vía se elimina un porcentaje variable de fármaco original total. Los agentes gaseosos, óxido nitroso, etileno y ciclopropano se eliminan por completo a través de la ventilación.

En teoría el óxido nitroso puede biotransformarse y convertirse en nitrato y nitritos que podrían eliminarse por el riñón y por la bilis. El éter y el vinetreno se eliminan casi por completo por los pulmones, pero en una fracción pequeña puede excretarse por la vía digestiva y renal a través y a través de la piel.

Los agentes halogenados volátiles también se eliminan por completo por espiración pulmonar pero un porcentaje importante se metaboliza

Biotransformación: El objetivo de metabolismo de un fármaco es aumentar la hidrosolubilidad o formar unidades polares y, en consecuencia, aumentar su eliminación.

Se ha encontrado que muchos de los agentes anestésicos inhalados que en alguna época se consideraron metabólicamente inertes se catabolizan en el cuerpo, el grado de cambio metabólico se relaciona en muchos factores:

-Naturaleza química y fórmula estructural. Cuanto más estable sea la estructura molecular y más inerte sea el fármaco, menos se cataboliza.

-Solubilidad en lípidos, es decir la naturaleza, lipofílica o hidrofílica de un medicamento. Es más probable que los anestésicos con liposolubilidad baja se metabolicen y en consecuencia tienen una toxicidad más baja.

-Concentración de duración en el cuerpo. Pueden conservarse durante días o semanas en los lípidos del cuerpo en cantidades insignificantes

-La eficiencia de los procesos y vías de reacción química necesarias, enzimáticas y no enzimáticas.

Es esencial la integridad de los órganos principales relacionados con las reacciones químicas principalmente hígado riñones y en cierto grado los pulmones. El catabolismo de los fármacos por enzimas en otros tejidos y la sangre depende del hígado como principal fuente de enzimas.

Factores En El Metabolismo

Los metabolitos pueden aumentar o disminuir según los diferentes mecanismos de metabolismo. La inducción enzimática por otros fármacos aumenta la biotransformación mientras que la inhibición enzimática puede disminuir el metabolismo en ciertas circunstancias.

Los factores que afectan el índice catabólico y el grado de toxicidad incluyen la concentración del agente y su duración en el cuerpo, acumulación de metabolitos hasta concentraciones tóxicas, producción de productos reactivos comparados con inertes, presencia de intermediarios, que forman uniones con macromoléculas tisulares, y la formación de haptógenos que producen un estado de hipersensibilidad.

Un objetivo importante del metabolismo de fármacos es su detoxificación, que consiste en transformar sustancias exógenas inertes y no tóxicas. No solo se logra convirtiendo sustancias liposolubles y fármacos no polares en derivados hidrosolubles que puedan excretarse si no también en procesos de conjugación. En general los productos finales usuales tienen una concentración baja y no son tóxicos. Sin embargo, la alteración del metabolismo a productos indeseables y concentraciones altas de algunos metabolitos puede ser tóxica.²²

2.3.9 VÍAS DE METABOLISMO DEL FÁRMACO

Las dos fases generales del metabolismo son las reacciones de fase 1 y de fase 2

La fase de biotransformación, fase 1, ocurre principalmente en el retículo endoplásmico de los hepatocitos y en ella se halla involucrada la enzima citocromo oxidasa P450 (Cyt P450 monooxigenasa), de la que se conocen aproximadamente 120 isotipos, la misma es una enzima de función mixta debido a que durante la reacción incorpora oxígeno al compuesto metabolizado y ejerce sus funciones en la desactivación de compuestos químicos, drogas, contaminación ambiental, etc.

En el hígado humano se halla una concentración aproximada de 10 a 20 micro mol/gr., pero esta concentración tiene variaciones individuales importantes, que hacen que las tasas metabólicas sean diferentes en los distintos individuos de una población.

Las reacciones de fase 2, consisten en la conjugación de las drogas o sus metabolitos con un compuesto endógeno como es el ácido glucorónico, los sulfatos y la glicina. El resultado final de cada fase del metabolismo es la producción de compuestos polares hidrosolubles que pueden excretarse por orina o bilis.

Metabolismo Oxidativo

El principal mecanismo químico para la transformación de la mayor parte de los fármacos y de agentes por inhalación volátiles es la vía oxidativa. El ritmo de transferencia de electrones en la cadena oxidativa está determinado por un sistema enzimático que incluye la reductasa del citocromo p 450. es un sistema enzimático inespecífico para diversos sustratos y puede atacar una gran variedad de sustancias químicas, no solo barbitúricos y fenotiacinas, benzodiazepinas, congéneres de la meperidina y acetaminofén si no, también anestésicos por inhalación.²²

El grado de ritmo de transformación se altera por varios factores. Se han reconocido diferencias por sexo los varones metabolizan mayores cantidades de agentes inhalados volátiles. Es probable que este efecto dependa de andrógenos. La edad es un factor importante.

Sistema Enzimático

Los sistemas enzimáticos microsómicos en el hígado, riñones y cerebros tienen a su cargo la degradación de agentes por inhalación el hígado es el principal órgano relacionado con este metabolismo el sitio de transformación enzimática y la fuente de enzimas oxidativas es el retículo endoplasmático rugoso en el hígado.

Inducción Enzimática

La inducción enzimática se efectúa casi exclusivamente en las células hepáticas, aunque células no hepáticas también pueden participar; por ejemplo, la placenta en el hombre y los animales y presumiblemente en el hombre los riñones, las adrenales, el tiroides, pulmones e intestino.

El metabolismo enzimático de las drogas se efectúa en la matriz fosfolipídica del retículo endoplásmico del hígado. Se distinguen dos formas de retículo endoplásmico; el uno es rugoso (granular) donde se efectúa la síntesis de proteínas, y el otro es el liso (agranular) y es donde se efectúa el metabolismo de las drogas.

Cuando el retículo endoplásmico liso es aislado y sometido a centrifugación, uno de los constituyentes separados son los Microsomas, descritos por primera vez por Albert Claude. En estos microsomas es donde se encuentran las enzimas activas de biotransformación, por lo cual, son llamadas "Enzimas Microsomales" (2,3,4). Brodie y Axelrod, en 1958, descubrieron la actividad drogo-metabolizadora de los microsomas hepáticos; ellos demostraron que: En la presencia de Fosfo-nicotinamida-adenindinucleótido, reducido (N.A.D. P.H.) y oxígeno molecular.

Los microsomas hepáticos catalizaban la hidroxilación de numerosas drogas. Las enzimas microsomales catalizan diferentes reacciones oxidativas e hidrolíticas. Mazón llamó estas reacciones enzimáticas: "Sistema Oxidativo de la función Mixta Microsomal" o "Mono-oxigenasa", y se cumple cuando un átomo de oxígeno molecular es incorporado a la droga y el otro es reducido simultáneamente para formar agua.²²

Inhibición Enzimática

Por otra parte, es posible inhibir con ciertos fármacos el sistema enzimático que ataca los fármacos volátiles. Los antioxidantes protegen al hígado por daños por ciertos agentes. El disulfiram es un inhibidor enzimático potente. El tratamiento previo con este metabolito evita la hepatotoxicidad del cloroformo en contraste con la administración previa con el fenobarbital estimula la hepatotoxicidad.

La aglutinación puede actuar como un agente de conjugación para productos intermedios. Es obvio en la anestesia con cloroformo o fluroxeno en la que la glutinacion torna inertes los productos de degradación.

Metabolismo Reductivo

Bajo condiciones aeróbicas, el metabolismo del halotano es en gran parte un proceso oxidativo y conduce de preferencia a bromuro y ácidotrifluoroacético y un poco de fluoruro. Bajo condiciones anaerobicas es posible que prevalezcan más las reacción de reducción y se observen deshalogenacion con incremento notable de fluoruro que se acompaña por un aumento del tripe en la unión covalente de metabolitos a lípidosmicrosomicos (1,1 difluoro-2-cloroetileno). Bajo condiciones aeróbicas se encuentran en el aire espirado por el hombre siembargo, aumentan 4 a 8 veces por inducciónenzimática e hipoxia moderada las concentraciones aumentan rápidamente desde el inicio de la anestesia, llegan a una meseta después de una hora y a continuación disminuyen con rapidez.

Los metabolitos CDF y CTF se han considerado como marcadores del metabolismo reductivo y de toxicidad hepatica en el hombre.

Biotransformación Extrahepatica

Algunos estudios experimentales indican el metabolismoextrahepático de anestésicosvolátiles, por ejemplo, el metoxiflurano por las enzima microzomicaspulmonares del conejo, el tricloroetileno por los pulmones se ha estudiado la transformación del halotano y el enflurano utilizando tres preparados micromosomicos : pulmonar , renal y hepático. Los tres son capaces de desmetilacion y expocidacion oxidativa, asímismo, las tres preparaciones originan la biotransformación reductiva del halotano, pero el preparado de enzimas hepáticas produce tres veces más productos. El enflurano se desflorida a un ritmo apreciable solo por microenzimashepáticas.

Tipos De Metabolitos

Pueden considerarse varios metabolitos demostrados y teóricos de los anestésicos halogenados; son:

1 ácido trifluoroacético: un metabolito oxidativo mayor del halotano, fluroxeno e isoflurano. Es en gran parte una sustancia ionizada que no penetra en las membranas y su toxicidad es baja

2 trifluoroetanol, producido en pequeñas cantidades en el hombre a partir del fluroxeno, no se ha demostrado después de la administración de halotano.

3 trifluoroacetaldehído: no se ha aislado después de la administración de halotano u otros agentes en el hombre pero puede ser un intermediario.

4 ácido oxálico: se produce después de administrar metoxifluroxeno en el hombre. Se observan en los túbulos renales depósitos cristalinos de oxalato. Por lo general, las concentraciones urinarias de este último son insuficientes para causar obstrucción, y la toxicidad ocurre a concentraciones 10 veces mayores. Pero en presencia de otros agentes como las tetraciclinas, se forman concentraciones altas.

5 fluoruro inorgánico: es un metabolito tóxico se libera en grandes cantidades después de administrar metoxifluroxeno, se libera en cantidades pequeñas por halotano, enflurano e isoflurano. Puede presentarse nefrototoxicidad con límites mínimos. Sin embargo se consideró que valores séricos de 20 mol puede causar daño renal. La excreción urinaria por una CAM hora de anestesia con enflurano es menor de 800 mol por día se considera que hay nefrototoxicidad cuando la excreción urinaria de fluoruro inorgánico excede a los 2,500 mol por día.

De la cantidad total de agentes fluorados que absorben los pacientes, una proporción importante de los productos biotransformados aparecen como ion fluoruro.²²

2.3.10 MECANISMOS DE NEFROTOXICIDAD

La toxicidad renal se debe al ion fluoruro, que interfiere con el transporte de sodio en el túbulocontorneado proximal. Hay una inhibición de la ciclase de adenilo y de la acción de la hormona antidiurética. Por lo regular la vasopresina aumenta la permeabilidad del agua de los túbulos contorneados distales y de los túbuloscolectores, ello permite que se reabsorba más agua.

Así mismo muestras experimentales en ratas en ratas indican que se reduce notablemente la resorción de agua libre. Se piensa que la inhibición ocurre en la porción medular del asa ascendente de henle. Es posible que en este sitio se inhiba la bomba de cloruro.

La administración de agentes fluorados volatiles altera la capacidad de concentración urinaria del riñón. Con el enflurano se inhibe la reabsorción de agua, hay casi un 25 % de disminución de osmolalidad urinaria máximadespués de una prueba de concentración de vasopresina. Con el halotano hay un aumento de la capacidad de concentración urinaria en el segundo día de posanestesia.

Índice De Desfluoración

Como la nefrotoxicidad se relaciona con los valores de fluoruro inorgánico al momento de la exposición, Mazzeha propuesto un índice de desfluoridacion para indicar un potencial de absorbido, representado principalmente por ácidotrifluoroacetico.

Intermediarios reactivos: los metabolitos demostrados son estables y se excretan sin embargo bajo ciertas circunstancias algunos compuestos intermedios pueden persistir por un tiempo apreciable y a continuación combinarse con constituyentes celulares estos intermediarios se conocen como radicales libres y son muy reactivos. Sepiensen que los intermediarios hepatotoxicos son producidos por el halotano (y quizá otros agentes).

Los radicales libres pueden reaccionar con facilidad con ácidos grasos insaturados y ácidos nucleicos la unión covalente con macromoléculas de lípidos y fosfolípidos aumentan a tensiones de oxígeno más bajas.

Cuando la concentración de antioxidantes es baja, como el glutatión, puede ocurrir necrosis de células hepáticas por ciertos anestésicos como el cloroformo o el halotano.

Alteración De La Biotransformación

Al parecer sería benéfico disminuir el metabolismo de los anestésicos volátiles y por tanto reducir los efectos metabólicos relacionados con efectos adversos. Se ha propuesto sustituir el hidrogeno por deuterio en estos anestésicos basandose en que la unión de deuterio y carbono es menos reactiva que la unión carbono-hidrogeno. La sustitución total del hidrogeno del metoxifluorano por deuterio disminuye un 29% la cantidad de fluoruro producido.

2.3.11 CONSECUENCIAS PARA EL MEDIO AMBIENTE

Con excepción del sevoflurano ($\text{CH}_2\text{FOC}(\text{CF}_3)_2$) y del desflurano ($\text{CHF}_2\text{OCHF}_2$), los halogenados como el halotano (CF_3CHBrCl), el enflurano ($\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{CHFCl}$) y el isoflurano ($\text{CHF}_2\text{OCHClCF}_3$), se degradan al entrar en contacto con la atmósfera, produciendo compuestos clorados que participan en la destrucción de la capa de ozono. Los halogenados también poseen un efecto invernadero potencial que es hasta 1.900 veces mayor que el del anhídrido carbónico (CO_2). La contribución de los halogenados de uso médico al deterioro de la capa de ozono parece ser escasa, del orden del 1% para el halotano y del 0,02% para el enflurano y el isoflurano, por lo que su participación en el efecto invernadero es prácticamente despreciable, del 0,03%.²

El N_2O es un compuesto muy estable que también contribuye al efecto invernadero. En aplicación del protocolo de Montreal (1987), que exige la eliminación total de los clorofluorcarbonados (CFC), y del protocolo de Kyoto (1997) sobre el control de las emisiones de gas con efecto invernadero, algunos estados han elaborado políticas de reducción de la liberación a la atmósfera de gases anestésicos. En Canadá, la sociedad Blue-Zone Technologies Ltd ha desarrollado la técnica Delta para el reciclado de los

halogenados. Los gases espirados atraviesan un filtro de zeolitas, aluminosilicatos cristalizados microporosos con gran capacidad de absorción. Los gases se recuperan, purifican y reacondicionan para su posterior comercialización en forma de genéricos. En Suecia, país que se ha marcado el objetivo de reducir un 50% las emisiones de N₂O de sus hospitales, el Hospital Universitario Karolinska de Huddinge ha experimentado con el aparato Anesclean-SW, que garantiza la descomposición del N₂O en nitrógeno (N₂) y oxígeno (O₂).

2.4 ALTERACIONES QUIMICAS

2.4.1 NIVEL SANGUINEO

Morfología De Los Linfocitos y Su Respuesta Inmune

Los leucocitos son los principales responsables de la defensa frente a las infecciones por microorganismos, con un componente específico formado por los linfocitos y otro no específico formado por granulocitos y macrófagos.

Todos los leucocitos circulan por el organismo a través de la sangre y el sistema linfático, de manera que, cuando ocurre daño o inflamación tisular, los leucocitos son reclutados desde la sangre al tejido afectado de forma específica. Así, por ejemplo, los eosinófilos son selectivos de los lugares con reacciones alérgicas o infectados por parásitos, y los neutrófilos se extravasan a zonas con inflamación aguda o daño tisular.

La identificación en la superficie de los leucocitos de moléculas con capacidad antigénica, y que se correspondían con ciertas características morfológicas y/o funcionales de cada fenotipo celular, motivó el desarrollo de una nomenclatura basada en el uso de anticuerpos monoclonales capaces de evidenciar estas diferencias.

Los granulocitos (neutrófilos, basófilos y eosinófilos) están presentes en casi todas las formas de inflamación y son ampliadores inespecíficos y efectores de respuesta inmunitaria específica. Los neutrófilos o polimorfonucleares (PMN) liberan compuestos

citotóxicos de sus gránulos intracelulares al entrar en contacto con los microorganismos. Esta respuesta, que es inmediata, puede originar daños tisulares en el propio organismo, sobre todo si existe acumulación o activación incontrolada de estas células.

Una de las consecuencias de la interacción de los neutrófilos con los inmunocomplejos es la generación de radicales superóxido, microbicidas, en la superficie del neutrófilo; estos radicales producen inflamación por lesión directa de los tejidos y por alteración de macromoléculas como el colágeno y el ADN.

A diferencia de los linfocitos, los granulocitos, que son los leucocitos más abundantes en la circulación (sólo los neutrófilos constituyen el 70%), tienen una vida corta y no recirculan.

Los granulocitos son producidos en la médula ósea durante la hematopoyesis y circulan como células maduras en la sangre durante varias horas antes de entrar en los tejidos. Para que se produzca esta entrada es necesario que existan señales de las células endoteliales vasculares, lo que permite la extravasación del granulocito.

Los monocitos-macrófagos circulan con una vida media de 1-3 días. Los macrófagos tisulares proceden de la migración de los monocitos de la circulación y de la proliferación de precursores de los macrófagos de los tejidos. Derivan de células precursoras de la médula ósea.

También median en funciones efectoras, como la destrucción de bacterias y células tumorales, y funcionan como células presentadoras de antígenos. Los macrófagos activados también pueden mediar una activación similar a la de las células natural killer (NK) y eliminar ciertas células tumorales sin la presencia de anticuerpos.

Los linfocitos tienen la capacidad de recircular entre los distintos órganos. La mayor parte de los maduros recirculan continuamente, yendo de la sangre a los tejidos y volviendo a la sangre de nuevo, una o dos veces al día. Los linfocitos T y B son los principales elementos celulares en la respuesta inmunitaria. Desarrollan complejas interacciones entre ellos mismos y con los monocitos, macrófagos, las inmunoglobulinas y la cascada del complemento.

Segregan multitud de citocinas que influyen en la actividad funcional de otros linfocitos T y B, de monocitos y macrófagos, para erradicar la infección y participar directamente en las reacciones citotóxicas dirigidas contra las células tumorales, las células HLA-incompatibles y ciertas células del huésped infectadas por virus.

Los linfocitos T (madurados en el timo) tienen dos subpoblaciones diferentes, que se identifican como CD4+ y CD8+, y ambas funcionan principalmente en la interacción célula-célula.

Los CD4+ son células inductoras y se denominan T helper porque ayudan a las células T en la generación de células citotóxicas y también a modular otros linajes hematopoyéticos en la respuesta inmune.

Pueden ocasionar dos tipos de respuesta inmunológica, según el patrón de las citocinas que se liberen: Th1 o células inductoras tipo Th1, que sintetizan IL-2, interferón (IFN) γ y TNF- β , implicados en la activación de células citotóxicas, y Th2 o inductoras tipo Th2, que se relacionan con la síntesis de citocinas, como las IL-4, IL-5, IL-6, IL-7; IL-10, TNF- α y factor estimulador de las colonias de granulocitos/macrófagos (GM-CSF).

Los linfocitos CD8+ son células citotóxicas y supresoras de la actividad T. Regulan la intensidad de las respuestas inmunitarias mediante la secreción de IL-10, colaboran con las células B en la producción de inmunoglobulinas (Ig) específicas, y reconocen y destruyen las células que llevan antígenos extraños.

Los linfocitos B (linfocitos madurados en estructuras equivalentes a la bursa de las aves) son morfológicamente indistinguibles de los linfocitos T.

Se diferencian de ellos por la existencia de marcadores moleculares específicos en superficie (CD, HLA), y especialmente por la presencia de Ig unidas a su membrana citoplasmática.

Estas Ig son los receptores específicos para los antígenos; tras la unión Ig-Ag, y bajo el estímulo de ciertas citocinas (IL-4, IL-5), se produce la activación, proliferación y diferenciación de los linfocitos B en células plasmáticas, y las llamadas “células memoria”, especializadas en la síntesis y secreción de grandes cantidades de Ac, y de otros tipos de Ig, como las IgA e IgE, que son los elementos efectores finales de la respuesta humoral.

Estos Ac específicos desempeñan un papel importante en la erradicación de ciertas infecciones, pues al detectar los antígenos se unen a ellos y así actúan como transductores de la información de la presencia de los mismos, que serán destruidos por el complemento, macrófagos, polimorfonucleares o células NK (opsonización).

Las Ig representan los factores solubles de la respuesta específica. Están formadas por cadenas polipeptídicas agrupadas en una o varias unidades estructurales básicas, dependiendo del tipo de Ig (IgM, IgA, IgG, IgD, IgE).

Las células NK (asesinas naturales) son un linaje linfocitario claramente diferenciado de las poblaciones B y T. A principios de los años setenta se descubrieron unos linfocitos en sujetos sanos, que podían lisar células tumorales de forma “espontánea”, en ausencia de sensibilización previa y sin restricción por el sistema mayor de histocompatibilidad (MHC).

Es, pues, una citotoxicidad distinta a la de los linfocitos T citotóxicos, y desempeña un papel biológico decisivo en la protección frente a la expansión tumoral y la invasión bacteriana y viral⁸. Morfológicamente son linfocitos grandes granulares (LGL) y contienen gránulos azurófilos en su citoplasma. Pero el rasgo más consistente sobre su individualidad biológica es la detección en su superficie de receptores de reconocimiento específicos de clase I del MHC.

Su estimulación condiciona la transcripción génica y síntesis de diferentes citocinas que modulan su propia acción y la de otros componentes del sistema inmune. Se presupone que, por medio de la secreción de linfocinas como el IFN- γ , pueden ejercer un papel esencial en la defensa frente a agentes microbianos intracelulares, facilitando la generación de una respuesta inmunitaria de tipo Th1.

Hay dos componentes fundamentales que determinan qué elementos del sistema inmune van a ponerse en marcha para eliminar un antígeno determinado y en qué momento lo harán: se trata de las células presentadoras de antígeno (CPA) y las citocinas.

En la inmunidad celular, son los macrófagos y las células dendríticas las principales CPA, gracias a la capacidad de producir IL-12, una vez activadas por el antígeno. Los linfocitos B son las principales CPA capaces de desencadenar una respuesta mediada por anticuerpos, en presencia de IL-5 y sobre todo de IL-4.

Los macrófagos y células dendríticas presentan el antígeno a las células Th0 (linfocitos T aún no especializados), que se van a diferenciar a Th1 mediante el estímulo de la IL-12, recibido de los macrófagos. Las Th1 producirán las citocinas IL-2, IFN- γ y TNF- β , responsables del reclutamiento y activación de leucocitos proinflamatorios, activación de macrófagos, linfocitos T citotóxicos y células NK; todos estos elementos intervienen principalmente en la eliminación de virus, parásitos intracelulares y en la muerte de células tumorales. A la vez, la IL-2 será el factor de crecimiento de los linfocitos T específicos y células NK, por lo que se consigue el desarrollo y mantenimiento de un número adecuado de células específicas que permitan inicialmente el control de la infección y, finalmente, su eliminación.

Al considerar al linfocito B como CPA, fundamentalmente por células Th2, se inicia una respuesta mediada por Ac que ejerce un importante papel en la defensa frente a bacterias y parásitos extracelulares. En esta respuesta Th2, las principales citocinas producidas son IL-4, IL-5, IL-10 e IL-13, que provocan la diferenciación y activación de basófilos y eosinófilos, y la producción de inmunoglobulinas.

La IL-4 es ahora el “factor de crecimiento” de los linfocitos B específicos para el antígeno y, por tanto, la responsable de que su número sea el adecuado para eliminar a los patógenos.

2.4.2 NIVEL HEPATICO

Transaminasas

Las transaminasas son un conjunto de enzimas, las principales son la alanino transaminasa (ALT) y la aspartato transaminasa (AST), son las encargadas de transferir un grupo amino de un metabolito a otro, principalmente a los aminoácidos, juegan un papel muy importante en el metabolismo, sobretodo en la síntesis de aminoácidos no esenciales y la degradación de aminoácidos, y para convertir moléculas de energía.

Dos transaminasas son muy importantes para nosotros: la alanino transaminasa (ALT) y la aspartato transaminasa (AST). La elevación de cualquiera de estas enzimas arriba de los rangos normales es un signo de alarma para la presencia de alguna enfermedad. La presencia de transaminasas altas, comúnmente la alanino transaminasa (ALT) y la aspartato transaminasa (AST), reflejan un posible daño hepático. Se pueden elevar por una hepatitis virals, cirrosis, infarto agudo al miocardio, depende de cual enzima esta elevada, del radio entre las dos enzimas y de otros factores.

La elevación de las transaminasas muchas veces se detecta de manera accidental, la única manera de saber si los niveles están bien o si están elevados, es por medio de exámenes clínicos de sangre.

Rangos Normales de las Transaminasas

Los rangos normales de la aspartato transaminasa (AST) en hombres son de 8-40 U/L y en la mujer de 6-34 U/L

Los rangos normales de la alanino transaminasa (ALT) en hombres son de ≤ 45 U/L y en la mujer de ≤ 34 U/L

Causas de la elevación de Transaminasas

La elevación de estas enzimas sensibles al daño hepático, significa que es muy probable que se presente si haya daño hepático. Sin embargo, también pueden elevarse en otras enfermedades.

La ALT usualmente se encuentra en el hígado. La AST también se encuentra en el hígado pero también el corazón y en los huesos.

Antes se usaba la elevación de AST y ALT para detectar la presencia de un infarto al miocardio, actualmente se usan enzimas más sensibles para esto.

Cualquier daño al hígado ocasiona una elevación moderada de las transaminasas. Para saber la causa exacta de la elevación de las transaminasas se ocupa realizar historia clínica completa, exploración física y posiblemente otros estudios de imagen o de laboratorio.

La elevación muy alta de las transaminasas no se correlaciona con mayor daño hepático, se puede elevar muchas veces su valor normal en una hepatitis viral, una enfermedad que no tiene rangos de mortalidad tan altos como una cirrosis.

También se ven niveles muy altos de transaminasas en la lesión del hígado por falta de flujo sanguíneo o en la lesión por daño por drogas o toxinas. La mayoría de las enfermedades elevan más el ALT que el AST. En la hepatitis alcohólica se eleva de 2 a 3 veces más la AST que la ALT.

Niveles arriba de 1000 U/L se asocian con hepatitis isquémica.

Los niveles de transaminasas que haya en sangre, son un indicador de posible detección de enfermedades hepáticas, está claro, que de forma natural, estas enzimas se

encuentran en el suero de la sangre, sin embargo, si éstas están elevadas, puede ser señal de algún daño hepático.

Hay diversos factores que pueden ser las causas de las transaminasas altas, de los más comunes y conocidos son:

- Hepatitis viral
- Hígado graso (puede ser como consecuencia de padecer de sobrepeso y obesidad)
- Cirrosis hepática
- Abuso en el consumo de alcohol
- Quistes
- Tumores en el hígado

Estas enfermedades, de manera general, alterarán los niveles de transaminasas en sangre.

2.5 RIESGOS ESPECIFICOS RELACIONADOS CON EL AMBIENTE Y LUGAR DE TRABAJO.

No debería ser necesario insistir en que la historia clínica con consideración de los factores ambientales y laborales constituye una parte esencial del enfoque clínico en muchas enfermedades crónicas

Los términos toxina y exposición comprenden los factores químicos, así como otros riesgos relacionados con el medio físico y con fenómenos naturales seleccionados. Estos riesgos pueden existir en el ambiente general o en el lugar de trabajo. De manera estricta, el consumo de cigarrillos, de alcohol, los factores nutricionales y los agentes infecciosos también pueden ser considerados riesgos químicos o ambientales.²³

Una vez que se ha identificado un riesgo específico como factor, el enfoque clínico debe incluir la elaboración de una estrategia para prevenir la exposición del mismo y para tratar las manifestaciones específicas.

Los efectos sobre la salud tienen la contaminación del aire, la exposición respiratoria laboral, la inhalación pasiva del humo del cigarrillo y los tóxicos que contaminan el aire.

2.5.1 REGLAMENTACIÓN

Los puntos centrales en relación con los gases de desecho son los siguientes a) los vapores anestésicos pasan a la atmósfera del quirófano, b) sus concentraciones se pueden controlar bastante bien mediante un sistema de eliminación apropiado, y c) aunque existen datos para sugerir que la inhalación crónica de concentraciones vestigiales de anestésicos puede ser perjudicial, esto no es concluyente.¹

En el marco de la protección de los trabajadores expuestos a sustancias tóxicas presentes en la atmósfera, las autoridades han establecido umbrales de exposición en el puesto de trabajo. Para un tóxico dado, se utilizan en general dos valores, que se expresan como volumen (ppm) o peso (mg/m^3 = miligramo por metro cúbico de aire a 20 °C y una kPa de 101,3):

El valor límite de la exposición (VLE), o valor que nunca debe sobrepasarse con el fin de evitar la aparición de efectos tóxicos precoces. Se mide en una duración máxima de 15 minutos; El valor límite medio de exposición (VME) o concentración media ponderada en el tiempo, que se mide o calcula en una duración de 8 horas. El VME puede superarse durante períodos cortos, siempre que no se alcance el VLE, si existe. Respetando esta norma, se evitan los efectos sobre la salud a largo plazo.¹

No existe consenso sobre los umbrales de exposición profesional a los fármacos anestésicos. En Europa, los VME varían entre 25 y 100 ppm para el N₂O y de 2 a 50 ppm para el isoflurano.

Los expertos suecos, considerando que la toxicidad de los halogenados es proporcional al grado de su metabolismo hepático, recomiendan un umbral de exposición para el sevoflurano y el desflurano de 10 ppm, idéntico al del isoflurano.

En Francia, las concentraciones máximas admisibles en la atmósfera de los quirófanos se fijaron en una circular ministerial relativa a la distribución de los gases de uso médico y a la creación de una comisión local de vigilancia de esta distribución. En esta circular se especifica que los lugares donde se administra anestesia (incluida la inducción y el sueño), deben estar equipados con dispositivos que garanticen la evacuación de los gases y vapores anestésicos.

Estos dispositivos deben permitir que durante la fase de mantenimiento de la anestesia, las concentraciones en la proximidad del paciente y del personal sean inferiores a 25 ppm de N₂O y a 2 ppm de los halogenados. También instaura en cada establecimiento sanitario una comisión local de vigilancia de la distribución de los gases medicamentosos que debe estar vinculada al Comité de Higiene y Seguridad y de Condiciones de Trabajo (CHSCT). Esta comisión participa en la recepción de las instalaciones, en su mantenimiento, y en el control de la contaminación por gases y vapores anestésicos. Conviene señalar el carácter no obligatorio de la circular de 1985 para las direcciones de los establecimientos sanitarios. A diferencia de los decretos ministeriales y de las resoluciones de aplicación, las circulares no tienen carácter de imposición administrativa.

La lista de los valores límite de exposición profesional establecidos en 2004 no menciona ni al protóxido de nitrógeno ni a ningún halogenado. Estados Unidos, en 1977 el NIOSH, considerando que era imposible determinar los porcentajes de exposición inocuos, estableció valores de exposición muy bajos: para el N₂O cuando se utiliza solo, una concentración media de 25 ppm, para un halogenado, 2 ppm cuando se utiliza solo y 0,5 ppm cuando se asocia a N₂O.

En 1989, la ACGIH adoptó el umbral de 50 ppm para el N₂O y el halotano, y de 75 ppm para el enflurano. En ausencia de una norma federal, los valores establecidos por estos dos organismos no son sino recomendaciones. Por debajo de estos valores de exposición, los expertos consideran que los riesgos de embriopatía, de aborto espontáneo y de alteraciones de las funciones psicomotoras son nulos.

El NIOSH y la ACGIH no han tenido en cuenta ni los valores de las concentraciones alveolares mínimas (CAM, o MAC para los anglosajones) de los halogenados más recientes, sevoflurano y desflurano, ni su toxicidad respectiva para actualizar sus recomendaciones.

En Europa, los VME varían entre 25 y 100 ppm para el N₂O y de 2 a 50 ppm para el isoflurano. Los expertos suecos, considerando que la toxicidad de los halogenados es proporcional al grado de su metabolismo hepático, recomiendan un umbral de exposición para el sevoflurano y el desflurano de 10 ppm, idéntico al del isoflurano.

2.5.2 VIGILANCIA DE LA EXPOSICIÓN PROFESIONAL

Medición De Los Gases En La Atmosfera De Trabajo

El control de las concentraciones de los gases anestésicos en la atmósfera de los quirófanos permite medir la exposición profesional, garantizar el cumplimiento de las normas, valorar la eficacia de los dispositivos anticontaminación, mejorar la práctica anestésica y sensibilizar al entorno quirúrgico, es decir, al personal, a la dirección de la institución y al servicio de medicina laboral.

Técnicas De Medición

La medición de un gas que se encuentra en la atmósfera en una concentración residual pueden hacerse por medición directa in situ con un aparato de detección de espectrofotometría infrarroja, por análisis de laboratorio con cromatografía de fase gaseosa de muestras obtenidas en la atmósfera general o en la proximidad de las vías respiratorias del personal o mediante el uso de chapas dosimétricas pasivas individuales.

Medición Directa IN SITU

La medición directa in situ de los halogenados y del protóxido de nitrógeno suele efectuarse mediante espectrometría infrarroja. Los aparatos que se utilizan en la actualidad,

adaptados a las normas europeas EN 45544-1 a EN 4544-4, son autónomos, fáciles de transportar y, según el modelo, pueden medir varios gases al mismo tiempo. Garantizan un análisis preciso en tiempo real, con un umbral de detección inferior a la ppm, con posibilidad de visualización gráfica de los picos y del cálculo de las concentraciones medias de los gases anestésicos existentes en cantidades residuales (ver figura nº 3).

Utilizan un gas trazador como el hexafluoruro de azufre (SF₆), gas inerte fácil de detectar y habitualmente ausente en los quirófanos, o simplemente N₂O; también pueden valorar la renovación del aire de un quirófano, medir los flujos de aire en los conductos y seguir la circulación de los contaminantes. En la práctica clínica, estos analizadores de gases pueden utilizarse para la preparación del respirador con objeto de garantizar la ausencia de todo resto de halogenado antes de la anestesia de un paciente con riesgo de hipertermia maligna. Su inconveniente es, además del precio, la necesidad de contar con la presencia de un técnico calificado. En el mercado existen dos tipos de aparatos espectrofotómetros infrarrojos de célula gaseosa de tipo Miran (ver figura nº4) y los espectrofotómetros infrarrojos de célula fotoacústica de tipo Innova (ver figura nº5).

Toma Activa De Muestras y Medición Diferida En El Laboratorio

Las muestras de aire obtenidas con una bomba en tubos o bolsas de polímero inerte por un técnico calificado se analizan más tarde mediante cromatografía de fase gaseosa en un laboratorio concertado. Esta técnica es la que utiliza, por ejemplo, el laboratorio de toxicología industrial de la CRAMIF. La obtención de las muestras se efectúa en un período breve de 15-45 minutos para el control de la VLE o en un período más largo para la valoración de la VME. Para la determinación de la VME, puede proporcionarse al personal un dispositivo de obtención de muestras individuales que consta de una minibomba y un tubo para la muestra. Esta técnica, relativamente compleja y molesta, ha sido validada por el NIOSH y permite mejorar notoriamente la precisión de las mediciones y la valoración de la exposición profesional.

Dosímetro Pasivo Individual

La dosimetría pasiva se utiliza para medir la exposición individual. Ligero y de tamaño reducido, el dosímetro se coloca cerca de las vías respiratorias (cuello de la camisa) y no dificulta la actividad profesional (ver figura nº 6).

Contiene un producto adsorbente, carbón activo para los halogenados y un tamiz molecular de 5 Å para el N₂O, que, por simple difusión-adsorción, retiene el gas investigado. La dosimetría se efectúa más tarde, en el laboratorio del fabricante o, luego de lades adsorción, mediante un análisis por espectrofotometría infrarroja o por cromatografía de fase gaseosa.¹

Conociendo los momentos del comienzo y del final de la exposición, se calcula la VME y el resultado se envía al responsable de medicina laboral del establecimiento, respetando las reglas de confidencialidad. En Estados Unidos, la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ha validado la chapa de dosimetría pasiva Nitrox de la compañía Landauer para la medición de la exposición al N₂O. En Francia, el dosímetro gas adsorbantbagdesfor individual exposure (GABIE), desarrollada por el Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) y comercializada por ARELCO, se ha adaptado a la recogida de muestras de larga duración (2-8 horas) de los halogenados (desflurano, enflurano, halotano, isoflurano, sevoflurano).

El dosímetro pasivo tiene las ventajas de su sencillez de funcionamiento y de un coste moderado en el que se incluye el análisis; sus inconvenientes son la obtención diferida de los resultados y, sobre todo, que no permite objetivar los posibles picos de exposición.

En todo caso, la técnica elegida debe responder a criterios estrictos de calidad con el fin de garantizar la fecha, el comienzo y el final de la recogida de la muestra, el método de medición utilizado, y, de forma más general, cualquier información que contribuya a la interpretación correcta de los resultados.

Vigilancia Biológica De La Exposición

La vigilancia biológica se lleva a cabo mediante mediciones sanguíneas y/o urinarias, de los fármacos o de sus metabolitos, como indicadores de la impregnación de los trabajadores por productos considerados como Cancerígenos, Mutágeno o tóxicos para la Reproducción (CMR). Puede ser útil como complemento de las mediciones practicadas en el aire ambiental para valorar el efecto acumulativo de la exposición durante varios días. En la práctica, rara vez se emplea en medicina laboral para vigilancia de la exposición

profesional a los gases anestésicos, debido a la ausencia de consenso sobre sus valores biológicos. En Francia, el sitio de Internet del INRS proporciona una útil información sobre las mediciones biológicas realizadas y facilita las direcciones de los laboratorios habilitados para llevarlas a cabo.¹

La dosificación de ATF, el principal metabolito del halotano, en la sangre o mejor en la orina al acabar la jornada y al final de una semana de trabajo es proporcional a la magnitud de la exposición. Una concentración sanguínea de ATF de 2,5 mg/l o una eliminación urinaria de 10 mg/g de creatinina corresponde a una exposición semanal media de 5 ppm de halotano.

La medición del halotano en la orina al final de la jornada y al final de la semana de trabajo también es proporcional a la exposición, de forma que a una exposición media de 2 ppm corresponde a una concentración urinaria de halotano de 6,5 µg/l.

La medición al final de la jornada del sevoflurano urinario es proporcional a la exposición durante la misma y a una exposición media diaria del orden de 2 ppm corresponde una concentración urinaria de 3,9 µg/l del compuesto. La medición de HFIP, principal metabolito del sevoflurano en la orina al acabar la jornada es menos sensible, pero también proporcional a las concentraciones atmosféricas. Con una exposición media al sevoflurano de 2 ppm, las concentraciones urinarias de HFIP son del orden de 0,5-2,66 mg/l y de 4,3 mg/g de creatinina cuando la exposición es de 20 ppm. No se ha validado la medición de los fluoruros urinarios como forma de valorar la exposición al sevoflurano, debido a las importantes variaciones individuales, relacionadas sobre todo con la alimentación.

También se ha valorado como indicador biológico la medición de los halogenados y del protóxido de nitrógeno en el aire espirado por el personal. El Health and Safety Laboratory (HSL) británico desarrolló un dispositivo, el Bio-Voc, para recoger el aire espirado con el fin de practicar un análisis cromatográfico en el laboratorio. Se ha utilizado sobre todo para valorar la exposición al N₂O de las matronas en los paritorios.

2.5.3 RESULTADOS

El grado de exposición depende de múltiples factores: técnica anestésica utilizada, tipo de circuito, proporción de renovación del aire en el quirófano, disponibilidad de sistema de evacuación de los gases y lugar de obtención de las muestras. En las áreas quirúrgicas, la exposición es mayor para una parte del personal, en especial los que practican cirugía pediátrica y ORL.

En las SRPO, donde la renovación del aire es menor que en los quirófanos, la presencia de N₂O, y/o de halotano en el aire espirado por los pacientes anestesiados produce una contaminación que, a veces, supera los umbrales recomendados. Durante la exposición repetida a MEOPA para la analgesia de intervenciones dolorosas, sobre todo en niños, durante los cuidados dentales, en los partos o incluso en las ambulancias, la exposición del personal puede superar las 500-700 ppm de concentración media. puede superar las 500-700 ppm de concentración media.

2.5.4 REDUCCIÓN DE LA EXPOSICIÓN

La mejoría de la calidad del aire en los lugares de trabajo impone una doble política de eliminación y de reducción de las emisiones de los gases anestésicos.

Eliminación De Los Gases Anestésicos; Ventilación Del Quirófano o De Los Locales Donde Se Utilizan Gases Anestésicos

El sistema de ventilación del quirófano es un factor primordial en la prevención de la contaminación y debe reunir las siguientes características:

- Ser individual para cada quirófano, con el fin de evitar la posibilidad de recirculación de gases de un quirófano en otro.

- El número de veces de recambio del aire debe situarse entre 15-20 ciclos/h. Si el número de recambio del aire es inferior a 15/h, se pueden crear bolsas de aire contaminado en el suelo del quirófano, que con el movimiento del personal se difunden al resto del ambiente (los agentes anestésicos son más pesados que el aire). Por el contrario, si es muy alto (> 20-25 ciclos/h) se pueden crear turbulencias.

- La disposición de las rejillas del aire acondicionado es importante, así como el tamaño de las mismas. Como el mayor acúmulo de gases anestésicos se localiza en la cabecera del paciente, la mejor disposición del sistema de ventilación será cuando las rejillas de impulsión estén situadas enfrente del foco de polución, en la pared de enfrente de la máquina de anestesia y las rejillas de extracción del aire ambiente detrás de la salida del foco de polución, la máquina de anestesia. El SEG se conectará por un lado a la salida de gases de la máquina y por otro a la salida del aire acondicionado (ver figura nº7), o menos recomendable, al sistema de vacío del hospital.

Si las rejillas tienen otra colocación y, además, no existe SEG, la propia ventilación del quirófano dispersará los gases anestésicos, creando bolsas de aire contaminado. En estos casos, el punto de mayor polución suele estar situado en la cabecera del paciente, envolviendo al anestesiólogo y al resto del equipo quirúrgico. Desde 1991, The Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO) establece la utilización de sistemas de extracción de gases anestésicos, que reducen la contaminación del quirófano en un 90%.²

- Las rejillas de impulsión deben estar colocadas en la pared en tres niveles diferentes, desde el techo al suelo, para favorecer el barrido horizontal del aire ambiente del quirófano. Las de extracción se deben situar a una distancia del suelo del quirófano no superior a 1,5 m, para evitar la formación de bolsas de gases a nivel del suelo, y su superficie no debería ser menor de medio metro cuadrado.

- Hay que asegurar la limpieza de las rejillas una vez al mes. La colocación de las lamas en horizontal es fundamental para no entorpecer o dirigir la impulsión del aire hacia zonas no deseadas o dificultar la extracción del aire ambiente por el sistema, si las rejillas de extracción están dirigidas hacia el techo.

Renovación Del Aire

El objetivo fundamental de la ventilación y el porcentaje de renovación del aire ambiental de los quirófanos es la reducción de la contaminación atmosférica y la prevención de las infecciones nosocomiales. La norma NF S 90-351, en vigor desde junio de 2003, define cuatro zonas según el riesgo infeccioso: zona 1: locales no específicos (anejos a las áreas, vigilancia continua), zona 2: riesgo infeccioso moderado (SRPO, reanimación), zona 3: riesgo alto (cirugía cardíaca, vascular, ORL, etc.) y zona 4: riesgo muy alto (ortopedia y neurocirugía mayores). A cada zona corresponde un porcentaje de renovación del aire (más de 50 vol/hora en la zona 4; 25-30 en la zona 3, 15-20 en la zona 2, 6-12 en la zona 1) y un número máximo de partículas de tamaño superior a 5 µm por m³ (3.500 en la zona 4, 350.000 en la zona 3, 3.500.000 en las zonas 2 y 1). La renovación del aire puede hacerse con y sin reciclado.

Un sistema sin reciclado, llamado «aire completamente nuevo» implica la eliminación completa del aire evacuado por las bocas de extracción y su sustitución por un volumen equivalente de aire exterior. Este sistema consume energía para el ajuste de la temperatura (19-26 °C) y la humedad del aire nuevo (45-65%). Los dispositivos con reciclado efectúan la recuperación parcial del aire ambiental con un aporte mínimo de aire nuevo de 6 vol/hora.¹

Estos sistemas son más económicos, pero menos eficaces en la eliminación de los gases contaminantes. La norma NF S 90-351 autoriza el reciclado de una parte del aire de los quirófanos siempre que se disponga de una central de tratamiento del aire por quirófano. En todo caso, con el fin de reducir la contaminación atmosférica, se filtra el aire y los quirófanos se mantienen con una presión ligeramente elevada, lo que obliga a cerrar los accesos. Un porcentaje de renovación del aire del orden de 15 vol/hora o de 1.200 m³/hora, valor generalmente propuesto por los autores, garantiza una descontaminación bastante eficaz e la atmósfera general de un quirófano, pero no permite por sí solo reducir las concentraciones de gases contaminantes a los valores recomendados en la proximidad de los lugares de emisión. Si no se dispone de un sistema de extracción del aire, las concentraciones de los gases anestésicos medidos en la atmósfera ambiental serán proporcionales a la renovación del aire e infravalorarán el grado de exposición del personal más cercano al aparato de anestesia.

La administración de MEOPA puede hacerse en locales para los que la norma NF S 90-351 no establece ningún porcentaje de renovación del aire: servicios de urgencia, hospitales de día. Se especifica, sin embargo, que: «los locales en los que se efectúa un uso frecuente deben disponer de una aireación correcta o de un sistema de ventilación que

permita mantener la concentración de protóxido de nitrógeno en el aire ambiental a un nivel medio de exposición inferior a 25 ppm».

Cartuchos De Carbón Activo

La misión de los cartuchos de carbón es depurar los halógenos en los gases que los contienen. Poco voluminosos, no necesitan ninguna instalación especial y también pueden conectarse a las válvulas con orificio lateral (válvulas de Waters, de Magill, Ruben anticontaminación) que se usan para la ventilación con mascarilla.

Entre sus inconvenientes, además del precio, se encuentra su ineficacia para la contaminación por N₂O, el discreto aumento de la resistencia a la espiración, la necesidad de conservarlos tras su uso en un local bien ventilado y, sobre todo, que deben ser sustituidos de forma regular (ver figura n°8).

La duración del cartucho que menciona el fabricante es meramente indicativa, su eficacia depende de su contenido en carbón activo, del flujo del gas que lo atraviesa y de la concentración y naturaleza del halogenado. El cartucho BSA 60-0979 F/ Air de BickfordInc, que contiene 200 g de carbón activo capaz de fijar 50 g de halogenado, posee una eficacia teórica de 12 horas de uso con un flujo del gas fresco de 2 l/min.

Sistemas De Evacuación De Gases Anestésicos (SEGA)

Los SEG deben recoger los gases espirados del circuito respiratorio, sin afectar la respiración del paciente, y conducirlos a la atmósfera exterior a través de los sistemas de extracción, también llamados sistemas de desecho.²

Los SEG se clasifican en activos o pasivos, dependiendo de que se utilice una aspiración activa o no, para favorecer la salida de gases al exterior. En el último caso, el ciclado del respirador impulsa los gases directamente a la atmósfera, a través de un conducto, sin válvulas intermedias. En general, todo el conjunto del sistema de evacuación de gases se divide en tres partes:

- El sistema de transferencia que recoge los gases espirados y/o el exceso de gases en el circuito de la máquina de anestesia para enviarlos al sistema receptor.

- El sistema receptor de los gases espirados del paciente que está dotado de las condiciones físicas específicas para liberar las presiones subatmosféricas o las presiones positivas que se puedan generar en el circuito, y se conecta con el sistema de desecho.

- El sistema de desecho o de extracción del aire, encargado de conducir los gases hasta un lugar de descarga apropiado en el exterior.

-El receptor del gas recoge tanto los gases espirados por el paciente como los gases frescos sobrantes del circuito respiratorio, si se ha programado un flujo de gas fresco excesivo; puede estar integrado en la máquina de anestesia, y está dotado de una interfaz que regula las presiones internas.

La interfaz se puede considerar un sistema límite entre el circuito respiratorio y el de extracción de la pared, donde se aplica y se regula la presión de succión para la evacuación de los gases, mediante válvulas de seguridad. Suele llevar incorporado el reservorio específico. Cuando el receptor es elástico (balón), sus oscilaciones indican la distinta presión interna del circuito durante el ciclo respiratorio, lo que permite detectar un mal funcionamiento del circuito, por exceso de presión (inflado excesivo del balón) o por defecto (colapso del balón). Si el receptor es rígido el sistema tiene que estar dotado de orificios de seguridad para que, en caso de sobrepresión el gas salga al ambiente, sin crear aumento de presión en el circuito respiratorio, o en caso de excesiva succión, se tome aire ambiente y no se aspire aire del volumen corriente del paciente.

Otras veces, dicho reservorio rígido, con un tubo dentro del cilindro, dispone de una boya flotante, cuya parte superior indica dónde se debe situar el grado de aspiración (máquinas Dräger). El tubo de salida desde la interfaz hasta la pared, con orificios de seguridad o no, según los modelos, está dotado de un sistema de anclaje, con dispositivo indicador de “anclaje correcto”, que le une al sistema de desecho, el cual, finalmente, libera el gas hacia la atmósfera exterior.

Con frecuencia, estos componentes se presentan aislados o combinados, según los diseños de las casas comerciales. Hay sistemas de anestesia (por ejemplo: Dräger, General Electric y Temel) que llevan incorporados tanto el sistema de transferencia como el sistema receptor y que se conectan al sistema de desecho mediante una manguera. Por otro lado, hay aparatos que sólo poseen el sistema de transferencia y es el hospital el que posee el sistema receptor y el de desecho (por ejemplo: empresas de gases como Carburos Metálicos y Air Liquide).

Para evitar confusiones de montaje con las tubuladuras habituales del circuito respiratorio, está establecido que los diámetros de las tubuladuras y conexiones de los SEG y su color sean diferentes de los del circuito respiratorio, así como su consistencia (tubo de transferencia: 30 mm para el terminal macho, 19 mm para el terminal hembra, color gris y resistente al acodamiento.).

Dependiendo de que el SEG tenga intercaladas válvulas o no, la interfaz se denomina: abierta (los gases van a la atmósfera sin válvulas intercaladas en el sistema) o cerrada (el sistema lleva con el reservorio válvulas de seguridad).

El receptor de la interfaz abierta debe tener la suficiente capacidad para aceptar la descarga intermitente de los gases espirados. Estos sistemas son muy simples y pueden constar sólo de un tubo en "T", en el que una de las ramas acepta los gases espirados y la otra se conecta a la parte de salida. El receptor puede ser también un cilindro o un tubo dentro de otro tubo más grande, que sirve para dicho papel. El mantenimiento de estos sistemas implica la vigilancia de la permeabilidad de los orificios de salida de seguridad.

En el caso de interfaz cerrada las válvulas evitan que los cambios excesivos de presión se transmitan al circuito respiratorio del paciente. En caso de obstrucción del sistema, con aumento de presión, la válvula de sobrepresión positiva se abrirá (a unos +5 cmH²O) permitiendo que los gases escapen al ambiente de quirófano. Si se está utilizando el sistema conectado a vacío central, un exceso de presión negativa abrirá la válvula de seguridad (entre -0,5 y -1,8 cmH²O) y tomará aire del quirófano, para evitar la succión del aire del paciente. Los límites propuestos si el sistema está adaptado a un oxigenador de extracorpórea son -0,5 y +3,5 cm H p y -0,25 y 0 cm H p (ver figura n° 9).

Muchas veces, los fabricantes, incorporan la interfaz junto con el receptor del gas espirado en una parte visible y accesible, en el frontal de la máquina o del respirador, para que el anestesiólogo lo pueda observar y regular en caso de necesidad.

El sistema de evacuación debe disponer de una señal de alarma audible, si se traspasan los límites de presión deseados.

El tubo de salida hacia la conducción externa, de longitud variable, no debería colocarse a lo largo del suelo para evitar accidentes, como su aplastamiento con las ruedas del carro de anestesia o pisarlo al pasar. Aunque en la mayoría de las cirugías se mantiene a los pacientes, adultos y niños, con respiración controlada y, en el momento actual las máquinas de anestesia llevan incorporados los SEG, es común la ventilación espontánea en los niños con los sistemas de Mapleson, que obviamente, producen contaminación ambiental. Los SEG para este tipo de circuito se pueden conectar a la salida del balón del sistema, mediante un simple adaptador con válvula regulable o acoplarlo a la T de Ayre mediante un doble balón (balón respiratorio rodeado de otro balón). En este caso, el balón externo, que es transparente y de mayor capacidad que el interno, que alberga los gases frescos, sería el que se conectaría al sistema de evacuación. El balón externo, al ser de plástico transparente, permite vigilar las excursiones respiratorias del balón interno (ver figura nº10).

También se pueden acoplar dos circuitos de Jackson-Rees, uno tras otro, conectando el segundo en sentido inverso con el primero y el extremo del segundo con la evacuación de gases. Sin embargo, el modo más cómodo y eficaz en caso de anestesia infantil, en respiración espontánea o asistida con circuito Mapleson, es acoplar el SEG a la válvula de APL.

La aplicación de la evacuación de gases cuando se realiza una anestesia con mascarilla laríngea se debe realizar exactamente igual que durante la intubación orotraqueal. Si el paciente se mantiene con respiración espontánea existen dispositivos de evacuación de gases que permiten su conexión al circuito de Magill, incluso mascarillas nasales que se adaptan al paciente y al sistema de extracción de gases en procedimientos dentales con sedación con N²O (40% de N₂ con O₂, con flujo total de 5 l/min).²

El sistema de desecho conduce los gases anestésicos a la atmósfera, desde el tubo de salida del SEG, de la siguiente forma: a) activa, por succión, a través de los puntos de vacío

dedicados a este fin, o por “efecto Venturi”, aplicando una corriente de aire perpendicular a la salida de los gases, que los arrastra hacia la atmósfera, aprovechando la salida del aire acondicionado; y b) pasiva, a través de conductos abiertos en la pared, empujados por la espiración del paciente o del respirador.

En el primer caso, si el SEG se conecta al de vacío central, este debe ser capaz de succionar, al menos, 30 l/min de aire y el SEG debe constar de los mecanismos de seguridad mencionados según el tipo de sistema (válvulas de sobrepresión o reservorio con orificios abiertos al ambiente) y no producir un ruido superior a 44 dB. Es mejor utilizar un sistema de vacío sólo para estos sistemas de evacuación, porque si se comparte el vacío central con estos usos, la potencia central disminuye.

De hecho, al tomar sólo 20 l/min para la evacuación de gases, la potencia del vacío central disminuye un 25%. Además, el paso de los gases espirados, ricos en (concentración > 21%), va oxidando el aceite que lubrica y refrigera las paletas o los pistones de las bombas que crean el vacío (especialmente si no es aceite mineral), cambia su viscosidad y acaba atascándolas, se produce calor y existe peligro de explosión. En estos casos, es mejor utilizar bombas secas, sin aceite.

Si la salida del SEG se conecta en la pared al conducto de salida del aire acondicionado, el vacío dentro del conducto se puede crear aplicando una inyección de aire comprimido perpendicular a la salida de los gases anestésicos, que son arrastrados hacia el exterior por efecto Venturi. Si el hospital dispone de compresores que producen su propio aire medicinal, y se conecta la evacuación sólo cuando la máquina de anestesia está funcionando, el sistema resulta barato (ver figura nº11). La tendencia actual es la de utilizar la salida del aire acondicionado para el desecho de los gases anestésicos.

En el caso de extracción pasiva, la salida directa a la atmósfera debe estar protegida para evitar el peligro de obstrucción, por hielo, insectos o corrientes de viento, que impidan la evacuación del gas al crear presiones positivas en la puerta de salida. La disposición de dichas salidas al exterior no debe estar cerca de la toma de aire del aparato de aire acondicionado del quirófano, para no reciclar los gases expulsados. Antes de comenzar una anestesia es necesario comprobar el buen funcionamiento de la máquina de anestesia y del SEG. Si se detecta algún problema de este, se debe desconectar del respirador. La mayoría de los sistemas van dotados de señales luminosas o de color cuando están funcionando, o de alarmas acústicas en caso de producirse presión excesiva positiva o negativa.

Si el SEG está conectado al de desecho del aire acondicionado, se debe asegurar un adecuado funcionamiento de este último. Los con vectores y ventiladores del aire acondicionado deben ser individuales para cada quirófano y estar dotados de dispositivos de alarma para detectar obstrucción de los filtros, excesiva humedad del aire y rotura del motor.

El sistema debe tener además doble motor para que, en caso de avería, entre en funcionamiento el segundo colocado en serie.

Una vez instalado un sistema de extracción de gases anestésicos en el bloque quirúrgico, hay que verificar que es eficaz con los distintos respiradores. Dado que las máquinas de anestesia actuales suelen incorporar de fábrica parte del SEG (el sistema receptor), es necesario conocer las características del mismo, en cada modelo, para adaptar la potencia de aspiración del sistema de quirófano a las características de la máquina de anestesia. Por ejemplo, la potencia de aspiración necesaria para evacuar los gases anestésicos en los antiguos respiradores, que todavía siguen funcionando en algunos hospitales, que tenían un circuito de baja compliancia, era muy pequeña, ya que en la rama espiratoria no existe ningún sistema especial de reservorio de los gases espirados. Estos salen directamente al medio ambiente y una aspiración potente en ese punto provocaría un robo en el volumen corriente programado al paciente.

En las máquinas SA2 el balón reservorio de gases frescos respiratorios, situado en la parte frontal del aparato y dotado de una válvula de sobrepresión supone una fuente de contaminación importante. Durante la espiración del paciente, la concertina toma los gases del reservorio, para preparar la siguiente inspiración. Cuando la concertina sube, al iniciar la inspiración del paciente, este paso se cierra y los gases frescos se siguen acumulando en el reservorio. Este acumulo de gases aumenta su presión interior y el exceso de los mismos sale al exterior a través de la válvula, contaminando el ambiente.

Esta válvula se debería mantener semicerrada durante el ciclo respiratorio si se trabaja con flujos muy altos. Si esa válvula Frontal se cierra totalmente y se utilizan flujos altos, como la válvula “pop-ojf” del circuito interno del respirador es pequeña, no le da tiempo a compensar el exceso de presión creado en él y el aumento de presión se interpreta como una inspiración nueva, y la máquina contabiliza el doble de las inspiraciones reales. Así que el aparato producirá, aún en la mejor de las circunstancias, cierto grado de contaminación ambiental, en función del flujo de gases frescos utilizados (ver figura nº12).

Sin embargo, en máquinas con circuito circular, como los modelos Julián o Primus (Dräger) o el Aestiva 3000 (General Electric) en que la propia máquina tiene un sistema receptor de los gases espirados, se necesita una potencia de evacuación central mayor. Concretamente el respirador Julián lleva incorporado un sistema AGS, abierto, sin válvulas, que consta de un receptor cilíndrico rígido de gases espirados y un tubo pequeño con una boya, que indica si la succión es efectiva, si se ajusta dicha boya entre las marcas señaladas. Si no regulamos la succión al nivel indicado por la casa comercial, aunque el sistema de evacuación de la máquina esté conectado al de desecho, existirá contaminación ambiental cuando se trabaje con flujos altos. Es decir, daría igual que tuviéramos conectado o no el SEG. Por otro lado, en caso de que el quirófano no disponga de sistema de extracción de gases centralizado, o si lo hay y existe una falta de adaptación entre este y el de la máquina, pero tiene buena ventilación, y se trabaja con bajos flujos.

Es posible que no se produzca contaminación ambiental. Las máquinas como el AESTIVA 3000 (General Electric) disponen también de un receptor rígido de gases espirados. Si se retira la carcasa trasera, se puede observar el interior del sistema y el modo de conexión del SEG.

Como en los respiradores anteriores, si no se tienen en cuenta las características del respirador, aunque el sistema de evacuación de gases esté conectado al de desecho del hospital, existirá contaminación ambiental, excepto que se trabaje con bajos flujos y la ventilación del quirófano sea adecuada.

La nueva generación de máquinas de anestesia SUPRA (TEMEL) disponen de fábrica de un sistema receptor de gases espirados cerrado (SCAT-3) con una bolsa reservorio de 3 litros, con válvulas de seguridad y succión intermitente, que se activa cuando se detecta la espiración del paciente.

La evacuación de gases en la sala de Cuidados Críticos está sujeta a la misma normativa expuesta, en caso de que se utilicen gases anestésicos para sedación, en pacientes con respiración controlada, óxido nítrico (a dosis 18-36 ppm) (49- 51) o ventilación líquida.

El NO es un gas muy reactivo, incluso durante su almacenaje. Se oxida espontáneamente y da lugar a NO², en una concentración que depende de la fracción inspirada, del porcentaje de oxígeno y del tiempo que permanece el NO en el brazo

inspiratorio del circuito. El NO^x se puede transformar en ácido nítrico y nitroso y producir neumonitis ácida. Por ello, se debe vigilar su concentración en las botellas que se van a utilizar, en el circuito respiratorio del paciente y asegurar la buena ventilación de la sala. La normativa internacional establece como límite alto de NO^x 5 ppm en circuito y 20 en ambiente.

2.5.5 REDUCCIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES ANESTÉSICOS

Anestesia Loco regional y Anestesia Total Intravenosa

La práctica de la anestesia loco regional y de la anestesia total intravenosa con uso exclusivo de una mezcla de aire/oxígeno elimina por completo la contaminación por gases y vapores anestésicos.

Para reducir las emisiones de gases cuando el control de las vías respiratorias es imposible y es imprescindible el mantenimiento de la ventilación espontánea, se ha propuesto la administración continua de propofol al agente halogenado.

Circuito Filtrado Con Flujo Bajo De Gas Fresco

Si no dispone de SEGA, la contaminación del quirófano será proporcional al flujo de los gases nuevos y a las concentraciones respectivas de N₂O y de halogenado.

El uso de un circuito de filtro con reinhalación de los gases espirados reduce en gran medida el consumo y la emisión de gases anestésicos, siempre que se utilicen flujo bajos de gas fresco. La última generación de ventiladores que permite una anestesia de concentración en circuito cerrado proporciona un flujo de gas fresco proporcional al consumo por el paciente. AnestheticConservingDevice El AnestheticConservingDevice (AnaConDa) comercializado por Sedana Medical, es un dispositivo original para la administración de halogenados. Se coloca en el lugar del filtro de intercambio de calor y humedad. Lleva un evaporador en miniatura alimentado por una tubería conectada a una jeringa autopropulsada llena del halogenado (isoflurano o sevoflurano). También contiene

carbón activo, que recupera el 90% del halogenado espirado por el paciente y lo restituye a la inspiración siguiente. Adaptable a todos los respiradores, el AnaConDa está destinado sobre todo a la sedación en reanimación y permite librarse del uso del tanque, reduciendo el consumo de halogenado y la contaminación.¹

Control De Las Vías Respiratorias

La inducción por inhalación de un fármaco halogenado, en la actualidad el sevoflurano, se utiliza ampliamente en anestesia pediátrica y del adulto, sobre todo cuando se practican intubaciones con control endoscópico.

Se ha desarrollado la administración de MEOPA, que se practica en los locales donde la renovación del aire es limitada. En estos casos, las fugas en la mascarilla constituyen una fuente importante de contaminación.

Para la inducción, el abandono del circuito accesorio y el uso sistemático del circuito principal del aparato de anestesia colocado en posición manual reduce la contaminación, permitiendo además la monitorización de los gases anestésicos inhalados. Para los incondicionales del circuito accesorio, el uso de una válvula provista de un orificio lateral permite conectar un cartucho de carbón activo o, mejor, un SEGA. Más eficaz, la doble mascarilla Medicvent consiste en una mascarilla interna flexible separada de una mascarilla externa por un espacio de recogida de gases conectado a un SEGA (ver figura nº 13).

En el estudio de Schuyt et al, el uso de la mascarilla doble permitió disminuir las concentraciones de N₂O por el anestesista de 134-714 ppm a 9-42 ppm. Además del coste del dispositivo de evacuación de los gases asociado a ella, los inconvenientes de la mascarilla doble son el engorro y el peso.

Durante la administración de MEOPA, el uso de una válvula de demanda reduce en gran medida la contaminación por N₂O. Para la sedación con sevoflurano, el uso de la mascarilla nasal provista de un dispositivo de extracción de los gases espirados consigue una exposición media inferior a 1 ppm.

El conector Single Breath Induction (SiBI) fue concebido por la doctora Marie-José Colas de la Universidad de Sherbrooke en Quebec para optimizar la preoxigenación durante la inducción por inhalación de sevoflurano y reducir la contaminación por los gases (ver figura nº 14).

El uso de una mascarilla laríngea conlleva un grado de contaminación comparable a la observada tras la intubación traqueal con ventilación espontánea y algo más elevada en la ventilación controlada con presión positiva intermitente. La Cuffed Oro-Pharyngeal Airway (Copa), es una cánula orofaríngea provista de un balón que garantiza la estanqueidad de la oro y nasofaringe y constituye una alternativa a las mascarilla simple para mantener la permeabilidad de las vías respiratorias con un grado de contaminación reducido, comparable al observado con una mascarilla laríngea. También se logra un grado de contaminación comparable al medido tras la intubación de la tráquea usando un Combitude con ventilación controlada.

En anestesia pediátrica, el uso actualmente discutido de sondas desprovistas de balón, que era habitual en los niños menores de 8 años, produce contaminación del aire ambiental. El Anesthetic Scavenging Hood (ASH), desarrollado por el doctor Panni, es un dispositivo flexible que rodea la cabeza del niño. Conectado a un SEGA, evacua los gases que se escapan alrededor de la sonda de intubación y también puede ser eficaz cuando se utiliza una mascarilla laríngea.

2.5.6 MATERIAL Y REGLAS DE BUENA PRÁCTICA

La evolución del material ha contribuido en gran medida a la reducción de las emisiones de gases. Los aparatos de anestesia actuales disponen de un dispositivo que garantiza la conexión a un SEGA con recogida de los gases procedentes de los aparatos de análisis y una prueba de fuga automática que permite controlar la estanqueidad del sistema «paciente». Los principales respiradores provistos de un circuito de filtro tienen un flujo de fuga inferior a la norma europea EN 740, que es de 150 ml/min para una presión de 30 cmH₂O. Para localizar posibles fugas en el aparato de anestesia puede utilizarse un detector.

El respeto a determinados procedimientos constituye una buena práctica: la realización de una prueba de fuga y la comprobación del SEGA al abrir el quirófano, el uso

de llaves específicas para el llenado de los tanques de halogenados, el cierre sistemático de los medidores de flujo y de los evaporadores al acabar la intervención, la desconexión de las tomas de pared al acabar el programa. Para limitar la contaminación durante la intubación, se recomienda cerrar el evaporador o, mejor, interrumpir la llegada de gas cuando se utilizan halogenados para la inducción.

Una técnica más radical consiste en utilizar un Stopper, una especie de «tapón» que se coloca en el orificio de las mascarillas tras la inducción y que permite obturar el circuito durante la intubación. La mascarilla provista del Stopper se retira después para permitir la conexión al circuito del respirador. En ningún caso estas medidas de reducción de la exposición deben comprometer la seguridad del paciente.

2.5.7 PROTECCIÓN DEL PERSONAL

En el marco de la protección de la mujer embarazada o lactante, varios estados han adoptado medidas aplicables al personal femenino expuesto a los gases anestésicos.

En Canadá, «La Ley sobre la salud y la seguridad en el trabajo de Quebec permite que la mujer embarazada o que amamanta sea adscrita a otro puesto de trabajo o que tome un permiso de trabajo si las condiciones de éste implican peligro para ella o para su hijo». En Alemania, en aplicación de la ley de protección materna (Mutterschutzgesetz), el personal femenino de las áreas quirúrgicas puede ser también reubicado durante el embarazo. Francia especifica que «Las mujeres embarazadas y que amamantan a sus hijos no pueden ser adscritas o mantenidas en puestos de trabajo que las expongan a agentes considerados tóxicos para la reproducción».¹

3. SISTEMA DE HIPOTESIS

3.1 HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN

En el Hospital Nacional de la Unión el personal de salud de sala de operaciones está expuesto a gases anestésicos residuales ocasionando consecuencias de salud.

3.2 HIPOTESIS NULA

En el hospital nacional de la unión el personal de salud de sala de operaciones no está expuesto a gases anestésicos residuales.

2.3 OPERALIZACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.

| Hipótesis | Variables | Definición conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores |
|--|---|---|--|--|--|
| En el Hospital Nacional de la Unión el personal de salud de sala de operaciones está expuesto a gases anestésicos residuales ocasionando consecuencias de salud. | Variable dependiente: Exposición laboral y consecuencias | Es un límite legal para la exposición de un empleado o trabajador a una sustancia o agente químico; al no cumplir las normas necesarias trae consigo consecuencias con repercusiones negativas para la salud. | Verificación de la exposición mediante una guía de entrevista y exámenes de laboratorio para el conocimiento de la existencia de consecuencias presentes en el personal de salud que labora en sala a causa de la exposición laboral | Profesionales expuestos. | -Anestelistas. -Cirujanos. -Enfermeras. -Personal de desinfección. |
| | | | | Condicionantes determinantes de las afecciones a exposición. | -Tiempo laboral. -Función laboral. -Edad. -Sexo. |
| | | | | Afecciones en el organismo. | -Sistema nervioso. -Sistema hepático. -Sistema sanguíneo |
| | Variable independiente : Gases anestésicos residuales. | Son pequeñas cantidades de gases anestésicos volátiles que sale del circuito de anestesia del paciente al aire de los quirófanos durante la anestesia. | Comprobar la exposición mediante una guía de entrevista para el conocimiento de la existencia de una infraestructura y técnicas hospitalarias para resguardar la exposición laboral a gases anestésicos residuales. | Estrategias de reducción en la exposición. | -Información sobre los riesgos. -Sistema de depuración de gases anestésicos. -Sistema de ventilación. -Inspección del sistema de aplicación de anestesia. -Uso de mascarilla facial correcto. -Concentraciones administradas. |
| | | | | Halogenados | -Óxido nitroso -Sevoflurano -Isoflurano |

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El estudio realizado en el hospital nacional de la unión fué de tipo:

Descriptiva: porque estuvo encaminada a conocer la presencia o ausencia del fenómeno de estudio, es decir la existencia o no de exposición del personal de sala de operaciones a los gases anestésicos residuales. El estudio también fué de tipo **transaccional**, porque la investigación se realizó en un momento determinado, haciendo un corte en el tiempo, para el estudio de variables sin ningún seguimiento posterior, donde únicamente se estudió el fenómeno. Tambiénes de **campo**, donde se recolectaron datos directamente de la población en estudio que fué el personal que labora en sala de operaciones del Hospital Nacional de la Unión.

4.2 POBLACION Y MUESTRA

4.2.1 POBLACION

En la realización de la investigación, el estudio estuvo conformado por el personal expuesto, en sala de operaciones del hospital nacional de la unión durante el periodo de Abril a Junio de 2018. La población estuvo conformada por 40 personas.

4.2.2 MUESTRA

La misma cantidad que conforma la población fué la muestra seleccionada.

4.2.1 CRITERIOS DE INCLUSION

- personal de salud que labora en sala de operaciones
- con más de 6 años de laborar en sala de operaciones.

4.2.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Personal que no labora, en sala de operaciones.
- Menor a 6 años de laborar en sala de operaciones.

4.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCION DE DATOS.

4.4 .1 TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS.

Entre las técnicas de recolección de información se encuentran, la **documental bibliográfica**, que permitió obtener datos de fuentes secundarias como lo son los libros. La **documental hemerografica** que permitió extraer datos de fuentes secundarias como lo son las fuentes de internet.

La recolección de datos del estudio se obtuvo através de la **técnica de entrevista** através del cuestionario como instrumento donde se evaluó el nivel de exposición a gases anestésicos por parte del personal de salud que labora en sala de operaciones.

4.4.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS.

El instrumento que permitió la recolección de datos fuéel **cuestionario**, el cual se presentó de forma impresa por el investigador(ver anexo 1), conformado por datos generales como lo son edad, genero, años laborales, y profesión, se muestran estos datos generales porque son necesarios y relevantes para la investigación.

4.4.3 PROCEDIMIENTO.

El procedimiento para esta investigación se llevó a cabo en dos etapas.

Primera etapa, comprendió la planificación del estudio que consistió en la elaboración del perfil de investigación, que dió inicio con la elección del tema a investigar y los objetivos a alcanzar a lo largo de la investigación, luego se dio paso a la realización de los antecedentes del problema continuando con la elaboración del protocolo de investigación, en el cual se recopiló la información necesaria con el propósito de elaborar el

marco teórico haciendo uso de libros y revistas que dieran respaldo sustentable al tema de investigación.

Segunda etapa, la ejecución de la investigación se realizó en el Hospital Nacional de La Unión, en los meses comprendidos de abril a junio de 2018, en el personal de salud que labora en sala de operaciones y que está expuesto a gases anestésicos residuales y sus consecuencias.

Se informó al personal seleccionado, el objetivo de la investigación informado para posteriormente pasarles, un cuestionario que consta de diferentes interrogantes según las secciones que se pretenden analizar primero se evaluaron los síntomas a nivel del sistema nervioso central siendo estas: tempranas, tardías y prolongadas que resumió si hay presencia de los gases, a nivel hepático y sanguíneo, se indagó mediante una serie de preguntas y pruebas de laboratorio la presencia de gas, se evaluó a su vez si hay factores estructurales y técnicos que influyan en la exposición prolongada.

Se continuó con las pruebas de laboratorio, donde se definió si existe presencia o no de los síntomas que indiquen que la toxicidad por los gases es marcada a nivel hepático mediante los valores de transaminasas, megaloblastosis, hipersegmentación y vitamina B12 así también, de manera general se evaluó mediante sus respuestas en el instrumento si el Sistema Nervioso Central es afectado a causa de los gases según los síntomas y signos clínicos que revelen estar padeciendo

Una vez reunidos los datos a través del cuestionario y cumplido el periodo de tiempo para la recolección de la muestra se procederá a la tabulación, análisis e interpretación de los mismos. Para finalizar con la elaboración de conclusiones y a partir de estas las respectivas recomendaciones.

4.6 RESULTADOS ESPERADOS

- En el estudio se pretendió saber el nivel de exposición al que está expuesto el personal en sala de operaciones.
- A si mismo conocer cuáles son las consecuencias que puede presentar el personal en sala ya sea a largo o corto plazo las cuales pueden evidenciarse a nivel de cada sistema del organismo.
- Por medio de los exámenes de laboratorio se determina la exposición a gases anestésicos, así como también el daño es diferentes sistemas del organismo en el personal de sala de operaciones.

4.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS

En el presente estudio se responsabiliza de no hacer pública la identidad del personal de sala de operaciones que conforman la muestra en el trabajo de investigación, además se proporcionó la opción de no participar en el estudio y abandonarlo en cualquier momento que lo deseara sin obligación alguna de participar.

Se explicó antes de la toma de muestra de exámenes de laboratorio la importancia de la investigación, y se les solicitó la colaboración para responder a las interrogantes necesarias y se complementó también el consentimiento informado se les informó sobre la confidencialidad y autonomía de los datos obtenidos.

4.8 RIESGOS Y BENEFICIOS

4.8.1 RIESGOS

- Que el personal de salud de sala de operaciones no estuviese dispuesto a participar con la investigación, y con esto no obtener los datos suficientes para el desarrollo de la misma.
- Una vez que el personal haya accedido a participar en la investigación durante el desarrollo decida abandonarlo y no participar más.
- Temor del personal que durante una extracción sanguínea para examen de laboratorio puede lacerarse una vena tendón, o tejido de la población.
- Que no haya una buena coordinación entre los miembros investigadores

4.8.2 BENEFICIOS

- Brindar un aporte al personal de salud para definir un grado de daño que ocasiona la exposición a gases anestésicos
- Con los datos obtenidos al final de la investigación se genere en el personal de salud opciones de afrontamiento ante las situaciones que afectan tanto su salud física en el hospital como su salud mental.
- Proporcionar nuevos conocimientos al personal de salud de como disminuir la exposición a gases anestésicos residuales tomando nuevas medidas respecto a la infraestructura del quirófano
- Concientización al personal de chequeos médicos continuos para evaluar de una manera más constante su salud y evitar problemas a largo plazo.

4.9 RECURSOS A UTILIZAR

Dentro de los recursos que se utilizaron para el presente estudio están:

- folders
- tintas
- impresión
- lapiceros
- fasteners
- papel Bond
- computadora
- jeringa estéril desechable de 10 cc
- aguja hipotérmica
- torundas
- alcohol
- tubo de ensayo con anticoagulante
- cinta de goma
- gradilla
- frascos para muestras.

4.10 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

| UNIDADES REQUERIDAS | N° DE UNIDADES | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|---|--|-------------------|-------------|
| PERSONAL* | 4 recursos humanos | | |
| EQUIPO DE OFICINA* | 1 impresora | \$45.50 | \$45.50 |
| MATERIALES Y SUMINISTROS DE OFICINA* | 1 resma de papel bond mase 20 | \$3.50 | \$3.50 |
| | 4 folders | \$0.15 | \$0.60 |
| | 1 engrapador | \$2.00 | \$2.00 |
| | 1 perforador | \$2.50 | \$2.50 |
| | 1 caja de grapas | \$3.50 | \$3.50 |
| | 1 caja de fastenes | \$2.00 | \$2.00 |
| | 4 lapiceros | \$0.15 | \$0.60 |
| | 2 borradores | \$0.25 | \$0.50 |
| | 1 caja de lápices | \$3.00 | \$3.00 |
| MATERIALES Y SUMINISTROS INFORMATICOS* | 4 cartuchos de colores para impresoras | \$3.12 | \$12.50 |
| | 2 cartuchos blanco y negro | \$2.50 | \$5.00 |
| | copias | \$50.00 | \$50.00 |
| PRUEBAS DE LABORATORIO | 40Hemogramas | \$4.50 | \$180 |
| | 40 pruebas De transaminasas | \$2.70 | \$108 |
| TRANSPORTE DE MUESTRAS. | Combustible | \$ 15 | \$15 |
| SUBTOTAL A INVERTIR | | | \$414.2 |
| IMPREVISTOS (10%)* | Cantidad variable | Cantidad variable | \$25 |
| MONTO A INVERTIR EN LA INVESTIGACION | | | \$439.2 |

Fuente de financiamiento: por parte del grupo investigador.

5.0 PRESENTACION DE LOS RESULTADOS.

En esta investigación se incluyeron a 40 trabajadores del personal de salud de sala de operaciones del Hospital Nacional de La Unión, entre ellos anestesiólogos, médicos, personal de enfermería y personal de limpieza (siendo estos no profesionales titulados pero si con las capacitaciones correspondientes para la realización de la asepsia en sala de operaciones) de ambos sexos que tuvieran más de 6 años de laborar permanentemente en la misma área, para identificar si existe exposición laboral a gases anestésicos residuales.

Se utilizó un cuestionario en el cual se establecieron preguntas tales como: profesión a la que se dedica, posición en la que se ubica en sala de operaciones respecto del paciente, duración de un procedimiento quirúrgico bajo anestesia general, así como también registrar presencia de alteraciones en la piel como: dermatitis alérgica, alteraciones neurológicas psicomotoras, alteraciones psicomotoras periféricas entre ellas: ataxia y disestesia, también el número de recambios de aire por hora en sala de operaciones y en la área de recuperación, conocimiento de las medidas de seguridad con las que cuenta y deberían contar en sala de operaciones, si se cuenta con sistema de evacuación de gases anestésicos, medición directa en SITU, toma activa de muestra y medición diferida, dosímetro pasivo individual, vigilancia biológica de la exposición y si cuenta con cartuchos de carbón activo, se realizaron exámenes de laboratorio donde se evaluaron los niveles de transaminasas, megaloblastosis e hipersegmentación y se cuestionó si era del conocimiento del personal de investigación que las mujeres en periodos de gestación no deben laborar en sala de operaciones.

Con el programa estadístico para las ciencias sociales (SPSS versión 22.0), se elaboró una base de datos con todas las variables que fueron sometidas a dicho estudio, para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba de Chi cuadrado agrupando los factores expuestos en la investigación y poder definir si la hipótesis de investigación es aceptada o rechazada.

Una vez aplicado el instrumento de recolección de información (cuestionario), se procedió a realizar el correspondiente análisis de la misma.

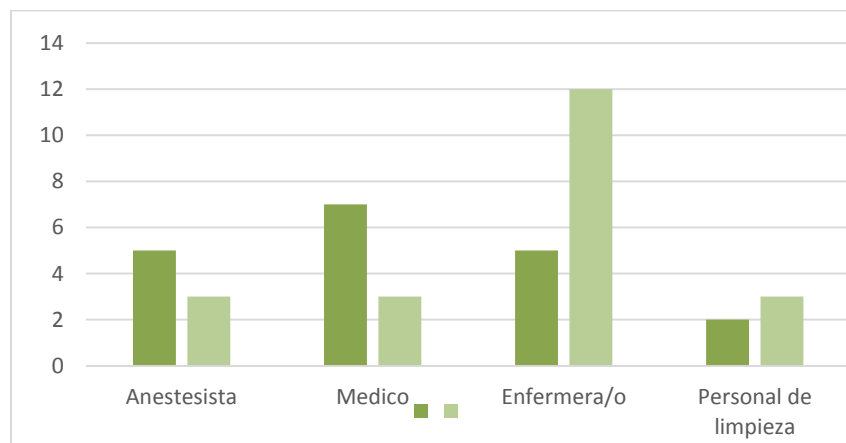
TABLA N°1
GENERO DEL PERSONAL EN ESTUDIO

| GENERO | PROFESION | | | | TOTAL |
|-----------|-------------|--------|-------------|----------------------|-------|
| | Anestesista | Medico | Enfermera/o | Personal de limpieza | |
| Masculino | 5 | 7 | 5 | 2 | 19 |
| Femenino | 3 | 3 | 12 | 3 | 21 |
| Total | 8 | 10 | 17 | 5 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: La tabla estadística n°1 refleja la cantidad de hombres y mujeres por área de trabajo que se encuentra, en sala de operaciones. De un total de 8 anestesistas, hay 5 anestesistas masculinos y 3 anestesistas femeninos. De 10 médicos en total entre ellos hay, 7 médicos masculino y 3 medico femenino. De 17 enfermeros/as que laboran en sala dentro de ellos tenemos 5 del género masculino y 12 del género femenino. Dentro del personal de limpieza hay 2 del género masculino y 3 del género femenino. El número de hombres en las distintas áreas de trabajo, no supera en mayor rango al número de mujeres, una diferencia de 2 deja el género masculino por sobre el femenino, la distribución de hombres en las distintas áreas de trabajo tiene un número similar en cantidad, siendo los médicos quienes tiene una mayor cantidad con 7 hombres. No así, en las mujeres tres áreas de trabajo tiene un número igual en cantidad (3) más sin embargo la mayor cantidad del género femenino que labora en sala son enfermeras.

GRAFICA N° 1
GENERO DEL PERSONAL EN ESTUDIO



Fuente: Programa estadístico (SPSS versión 22)

TABLA N° 2

AÑOS DE LABOR DEL PERSONAL DE SALA DE OPERACIONES.

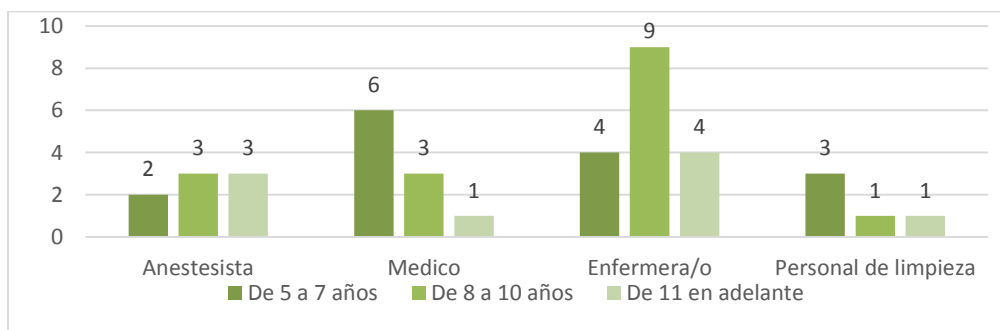
| PROFESION | De 5 a 7 años | De 8 a 10 años | De 11 en adelante | TOTAL |
|----------------------|---------------|----------------|-------------------|-----------|
| Anestesiista | 2 | 3 | 3 | 8 |
| Medico | 6 | 3 | 1 | 10 |
| Enfermera/o | 4 | 9 | 4 | 17 |
| Personal de limpieza | 3 | 1 | 1 | 5 |
| Total | 15 | 16 | 9 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: A continuación, se presentan los años de labor de los profesionales de sala de operaciones del Hospital Nacional de La Unión, en el cual se puede observar que de un total de 40 encuestados, para el rango de 5 a 7 años de labor se encuentran 15, entre ellos 2 corresponden a anestesiistas, 6 a médicos, 4 de personal de enfermería y 3 a personal de limpieza. En el rango de 8 a 10 años se encuentran 16 profesionales de los cuales 3 corresponden a anestesiistas, 3 médicos, 9 de enfermería y 1 de personal de limpieza. En el rango de 11 años en adelante se obtuvieron 3 anestesiistas, 1 de médicos, 4 de enfermería y 1 de limpieza. De acuerdo a lo anterior los rangos de 8 a 10 años y 11 años en adelante se encuentra más de la mitad de los profesionales encuestados siendo estos quienes presentan mayor tiempo de exposición a gases anestésicos residuales, por tener más tiempo laboral pero con una mayor exposición el personal de enfermería que hacen un total de 13 en los dos rangos de años de labor ya que ellos permanecen mayor tiempo en quirófano antes y después del procedimiento quirúrgico según la exposición reportada por los rangos de años de labor, continúan los anestesiistas aunque estos sean de menor número son los profesionales más afectados.

GRÁFICA N° 2

AÑOS DE LABOR DEL PERSONAL DE SALA DE OPERACIONES.



Fuente: Programa estadístico (SPSS versión 22)Ç

TABLA N° 3

EXPOSICION DEL PROFESIONAL MEDIANTE LA UBICACIÓN EN RELACION AL PACIENTE EN SALA

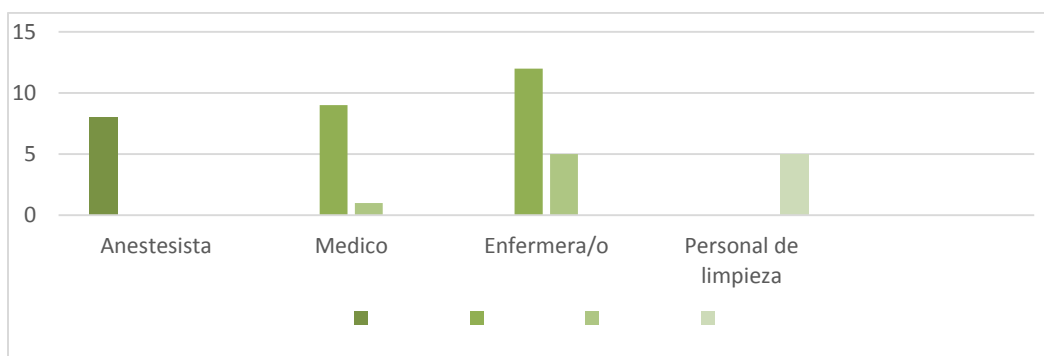
| PROFESION | A la cabeza del paciente | En el torso del paciente | En los pies del paciente | Ninguna de las anteriores | TOTAL |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------|
| Anestesiista | 8 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Medico | 0 | 9 | 1 | 0 | 10 |
| Enfermera/o | 0 | 12 | 5 | 0 | 17 |
| Personal de limpieza | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Total | 8 | 21 | 6 | 5 | 40 |

Fuente: cuestionario

Análisis e Interpretación: En la tabla presentada se muestran los resultados obtenidos, en relación a la ubicación del trabajador de salud al momento de realizar su labor en sala de operaciones en una anestesia General entendiendo que la exposición será mayor en cuanto más cerca de la máquina de anestesia se encuentre, teniendo 4 opciones de respuesta de los 40 encuestados a partir de esto, se encuentran 5 del personal de limpieza que manifiesta no ubicarse en ninguna de las áreas anteriores, 6 que respondieron ubicarse a los pies del paciente en un procedimiento quirúrgico tenemos 1 médico y 5 del personal de enfermería; de la opción ubicados en el torso tenemos 21 casos de los que 12 corresponden a personal de enfermería y 9 a médicos, además en la opción ubicados en la cabeza del paciente se encuentran 8 casos en total de los cuales todos corresponden a anestesiistas. Según la exposición laboral a gases anestésicos residuales se entiende que el anestesiista es el más expuesto por su ubicación en sala de operaciones respecto del paciente, seguido por los 12 profesionales de enfermería ubicados al torso del paciente y 9 profesionales de médicos ubicados de igual manera en el torso del paciente al momento de desempeñar su labor.

GRÁFICA N° 3

EXPOSICION DEL PROFESIONAL MEDIANTE LA UBICACIÓN EN RELACION AL PACIENTE EN SALA



Fuente: Programa estadístico (SPSS versión 22)

TABLA N° 4

FRECUENCIA DE UN PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO BAJO ANESTESIA GENERAL MAYOR A 15 MINUTOS

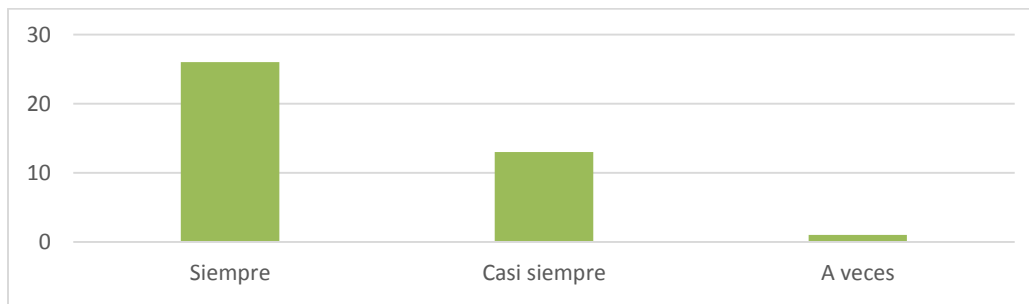
| Válido | Frecuencia |
|---------------------|------------|
| Siempre | 26 |
| Casi siempre | 13 |
| A veces | 1 |
| Total | 40 |

Fuente: cuestionario

Análisis e Interpretación: En la tabla se muestran una serie de opciones que responden a la frecuencia en la que un profesional se encuentra más de 15 minutos en sala de operaciones en un procedimiento quirúrgico bajo anestesia general, de los 40 encuestados: 1 respondió que a veces dura más de 15 minutos mientras que 13 dijeron que casi siempre los procedimientos quirúrgicos bajo anestesia duran más de 15 minutos, y 26 respondieron que siempre duran más de 15 minutos. La frecuencia con la que un procedimiento quirúrgico bajo anestesia general sobrepasa los 15 minutos de duración, determina la exposición a la cual se someten los profesionales encargados de desempeñarse en el área de sala de operaciones, es decir con más tiempo de duración de un procedimiento, el trabajador está más expuesto.

GRÁFICA N° 4

FRECUENCIA DE UN PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO BAJO ANESTESIA GENERAL MAYOR A 15 MINUTOS



Fuente: Programa estadístico (SPSS versión 22)

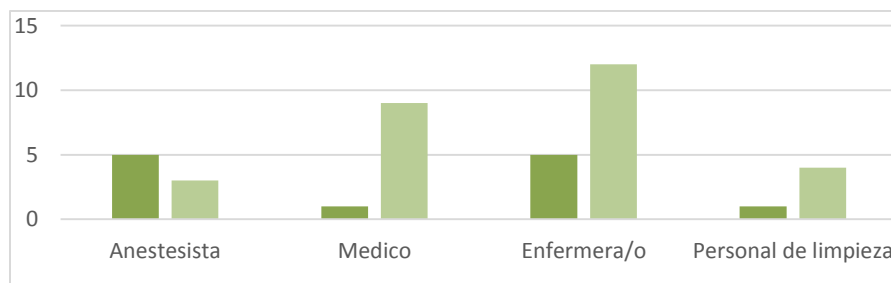
TABLA N°5
SUSCEPTIBILIDAD DE LA PIEL A GASES ANESTÉSICOS RESIDUALES

| PROFESION | ¿Ha experimentado usted dermatitis alérgica? | | TOTAL |
|----------------------|--|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 5 | 3 | 8 |
| Medico | 1 | 9 | 10 |
| Enfermera/o | 5 | 12 | 17 |
| Personal de limpieza | 1 | 4 | 5 |
| Total | 12 | 28 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: En la tabla se presenta la susceptibilidad de la piel a gases anestésicos residuales estos representados por secciones según la profesión de los 40 trabajadores, de los cuales 28 respondieron no tener presencia de dermatitis alérgica de estos que manifestaron no dermatitis alérgica se encuentran: 3 anestesistas, 4 de personal de limpieza, 9 médicos y 12 de personal de enfermería. Pero 12 respondieron si presentar dermatitis alérgica posterior a un procedimiento quirúrgico bajo anestesia General de los cuales 1 pertenece al personal de limpieza, 5 a anestesistas, 1 médico y 5 al personal de enfermería que labora en sala de operaciones. A nivel de la piel, es importante reconocer si existe presencia o no de daño a causa de los gases anestésico residuales, a lo cual se encuentran que 28 manifestaron no presencia, esto a su vez según sus años de labor y exposición no son susceptibles a ciertos daños como lo es la dermatitis alérgica, aunque de los 12 que respondieron presencia de dermatitis los anestesistas y el personal de enfermería conforman la mayoría, reportando ser más susceptibles a este tipo de afección dérmica por lo que ellos conforman la población de profesionales más expuesta.

GRAFICA N°5
SUSCEPTIBILIDAD DE LA PIEL A GASES ANESTESICOS RESIDUALES



Fuente: Programa estadístico (SPSS versión 22)

TABLA N°6

ALTERACIONES NEUROLOGICAS PSICOMOTORAS

| PROFESION | TRASTORNO DEL ESTADO DE ANIMO | | IRRITABILIDAD | | FATIGA | | CEFALEA | | CAPACIDAD DE MEMORIZACION | | ATENCION | | PERSEPCION AUDIOVISUAL | | EJECUCION MOTORA | | ALTERACION DE LA VIGILIA | | CAPACIDAD DEL JUICIO | | NAUSEAS | |
|-----------------------------|-------------------------------|----|---------------|----|--------|----|---------|----|---------------------------|----|----------|----|------------------------|----|------------------|----|--------------------------|----|----------------------|----|---------|----|
| | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| Anestesista | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 0 | 8 | 1 | 7 | 0 | 8 | 1 | 7 | 2 | 6 | 3 | 5 | 1 | 7 | 5 | 3 |
| Medico | 3 | 7 | 7 | 3 | 1 | 9 | 1 | 9 | 1 | 9 | 0 | 10 | 2 | 8 | 1 | 9 | 2 | 8 | 1 | 9 | 5 | 5 |
| Enfermera/o | 12 | 5 | 13 | 4 | 13 | 4 | 10 | 7 | 5 | 12 | 5 | 12 | 2 | 15 | 9 | 8 | 6 | 11 | 2 | 15 | 9 | 8 |
| Personal de limpieza | 1 | 4 | 2 | 3 | 0 | 5 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 0 | 5 | 0 | 5 | 1 | 4 | 1 | 4 | 3 | 2 |
| Total | 20 | 20 | 26 | 14 | 17 | 23 | 12 | 28 | 8 | 32 | 6 | 34 | 5 | 35 | 12 | 28 | 12 | 28 | 5 | 35 | 22 | 18 |

Análisis e interpretación:

La tabla anterior reúne las alteraciones neurológicas psicomotoras que pueden ser modificadas, por exposición a concentraciones de gases anestésicos residuales tales alteraciones comprenden trastorno del estado de ánimo, irritabilidad, fatiga, cefalea, capacidad de memorización, atención, percepción audiovisual, ejecución motora. La alteración de estos rendimientos psicomotores son indicadores indirectos de que este sistema del organismo se ve afectado por los gases anestésicos residuales.

Los efectos centrales pueden ser manifestados en periodos cortos de 4 a 6 horas al día de exposición entre ellos tenemos las náuseas, cefaleas, fatiga e irritabilidad. En periodos largos de 5 días de cada 7 de la semana durante varias semanas se encuentran las siguientes alteraciones: trastornos del estado de ánimos, capacidad de memorización, atención, percepción audiovisual, ejecución motora y alteración de la vigilia.

en síntesis según los datos estadísticos los trastornos del estado de ánimo, la irritabilidad, fatiga, cefalea tiene mayor número de respuestas de presentar dichas alteraciones.

La capacidad del juicio, percepción audiovisual, la atención, la alteración de la vigilia tiene mayor número de respuestas de no presencia de tales alteraciones, mientras que en cuanto a la presencia de náuseas más de la mitad de los trabajadores de salud manifestaron presentarlas.

De la tabla anterior cabe destacar que en los trabajadores de salud de sala de operaciones los más afectados son el personal de enfermería. Por tener mayor presencia de alteraciones psicomotoras.

A-Trastorno Del Estado De Ánimo

| PROFESION | SI | NO | TOTAL |
|----------------------|----|----|-------|
| Anestesista | 4 | 4 | 8 |
| Medico | 3 | 7 | 10 |
| Enfermera/o | 12 | 5 | 17 |
| Personal de limpieza | 1 | 4 | 5 |
| Total | 20 | 20 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: En la tabla, se presentan 40 trabajadores de salud de sala de operaciones, a los cuales se les preguntó si presentaban alteración del estado de ánimo de lo cual 20 de ellos respondieron presentar alteración y los otros 20 respondieron que no, de los profesionales que respondieron tener presencia de dicha alteración se encuentran: 12 del personal de enfermería siendo los más afectados y 4 anestesistas.

B-IRRITABILIDAD

| PROFESIÓN | IRRITABILIDAD | | Total |
|----------------------|---------------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 4 | 4 | 8 |
| Medico | 7 | 3 | 10 |
| Enfermera/o | 13 | 4 | 17 |
| Personal de limpieza | 2 | 3 | 5 |
| Total | 26 | 14 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: En la tabla se presentan que, de los 40 profesionales, 26 presentan irritabilidad mientras que 14 no reportaron presencia. De los 26 que presentaron irritabilidad, 2 corresponden al personal de limpieza, 13 a enfermería, 3 a médicos y 4 a los anestesistas mientras que de los 14 que respondieron que no se tiene a: 3 del personal de limpieza, 4 de enfermería, 3 médicos y 4 anestesistas.

C-FATIGA

| PROFESIÓN | Fatiga | | Total |
|----------------------|--------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 3 | 5 | 8 |
| Medico | 1 | 9 | 10 |
| Enfermera/o | 13 | 4 | 17 |
| Personal de limpieza | 0 | 5 | 5 |
| Total | 17 | 23 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: En la tabla anterior se observa los trabajadores de salud que labora en sala de operaciones, de los cuales 23 reportaron no presencia de fatiga mientras que 17 respondieron si tener presencia de fatiga. De los 23 profesionales que respondieron no presentar fatiga se encuentran: 9 médicos, 5 anestesistas, 5 del personal de limpieza y 4 del personal de enfermería mientras que de los 17 que respondieron presencia se tiene : 13 del personal de enfermería que reportaron fatiga, 1 médico y 3 anestesistas, siendo los más afectados el personal de enfermería

D-CEFALEA

| PROFESIÓN | CEFALEA | | TOTAL |
|----------------------|---------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 0 | 8 | 8 |
| Medico | 1 | 9 | 10 |
| Enfermera/o | 10 | 7 | 17 |
| Personal de limpieza | 1 | 4 | 5 |
| Total | 12 | 28 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: De los 40 trabajadores de salud de sala de operaciones, representados en la tabla anterior, solo 12 respondieron que si presentan cefaleas mientras que 28 dijeron no presentarla, de los 12 que manifestaron presentarla se tienen: 10 del personal de enfermería, 1 médico y 1 del personal de limpieza y de los 28 que respondieron que no se encuentran: 9 médicos, 8 anestesistas, 7 de enfermería y 4 de personal de limpieza.

E-CAPACIDAD DE MEMORIZACIÓN

| PROFESIÓN | Capacidad De Memorización | | TOTAL |
|-----------------------------|---------------------------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 1 | 7 | 8 |
| Medico | 1 | 9 | 10 |
| Enfermera/o | 5 | 12 | 17 |
| Personal de limpieza | 1 | 4 | 5 |
| Total | 8 | 32 | 40 |

Fuente: Cuestionario

Análisis e Interpretación: Esta tabla representa los 40 trabajadores encuestados, de los cuales 32 respondieron que no era afectada su capacidad de memorización, mientras que tan solo 8 respondieron que sí. De los 32 que respondieron que no era afectada tan solo: 4 corresponden al personal de limpieza, 9 a los médicos, 7 anestesistas y 12 a personal de enfermería. De los 8 que respondieron que si, 5 corresponden a el personal de enfermería, 1 médico, 1 a anestesistas y 1 del personal de limpieza.

F-ATENCIÓN

| PROFESIÓN | Atención | | TOTAL |
|-----------------------------|----------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 0 | 8 | 8 |
| Medico | 0 | 10 | 10 |
| Enfermera/o | 5 | 12 | 17 |
| Personal de limpieza | 1 | 4 | 5 |
| Total | 6 | 34 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Analisis: En la tabla anterior, de los 40 trabajadores que laboran en sala de operaciones, tan solo 6 manifestaron que su capacidad de atención se les ve afectada luego de laborar en procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general prolongadas de estos 6 profesionales tan solo 5 corresponden a enfermería y 1 a el personal de limpieza, mientras que 34 respondieron que no entre ellos: 12 del personal de enfermería, 10 médicos 8 anestesistas y 4 del personal de limpieza.

G-PERSEPCION AUDIOVISUAL

| PROFESIÓN | Percepción Audiovisual | | TOTAL |
|-----------------------------|------------------------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 1 | 7 | 8 |
| Medico | 2 | 8 | 10 |
| Enfermera/o | 2 | 15 | 17 |
| Personal de limpieza | 0 | 5 | 5 |
| Total | 5 | 35 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación:En la tabla se muestran 40 trabajadores de sala de operaciones donde 35 respondieron que no presentan alteración audio visual .Pero 5 respondieron que si han presentado dicha alteración. De los 35 profesionales que respondieron no presencia se tiene: 15 de personal de enfermería, 8 de médicos, 7 de anestesistas y 5 de personal de limpieza. Pero de los que respondieron que si hay presencia de la alteración solo 1 anestesista, 2 médicos y 2 de personal de enfermería.

H-EJECUCIÓN MOTORA

| PROFESIÓN | EJECUCIÓN MOTORA | | TOTAL |
|-----------------------------|------------------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 2 | 6 | 8 |
| Medico | 1 | 9 | 10 |
| Enfermera/o | 9 | 8 | 17 |
| Personal de limpieza | 0 | 5 | 5 |
| Total | 12 | 28 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación:En la tabla anterior se representan 40trabajadores de salud de sala de operaciones de los cuales se mide la alteración en la ejecución motora de voluntarios sanos, donde 28 respondieron no tener alteración y 12 respondieron haber experimentado dicha alteración. De los encuestados que respondieron presencia se tiene: 2 anestesistas,1 médico 9 del personal de enfermería mientras que los que no reportaron presencia se encuentran: 6 anestesistas, 9 medicos,8 del personal de enfermería y 5 del personal de limpiez

I-ALTERACIÓN DE LA VIGILIA

| PROFESIÓN | ALTERACION DE LA VIGILIA | | TOTAL |
|----------------------|--------------------------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 3 | 5 | 8 |
| Medico | 2 | 8 | 10 |
| Enfermera/o | 6 | 11 | 17 |
| Personal de limpieza | 1 | 4 | 5 |
| Total | 12 | 28 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: En la tabla se muestran 40 trabajadores de la salud que laboran en sala de operaciones, de los cuales 28 no presentan alteración, mientras que 12 si reportaron ser afectados por dicha alteración por lo que de los 28 profesionales no afectados se tiene: 5 anestesistas, 8 médicos, 11 de personal de enfermería y 4 del personal de limpieza. Pero de los 12 que respondieron ser afectados se encuentran: 3 anestesistas, 2 médicos, 6 del personal de enfermería y 1 del personal de limpieza.

J-CAPACIDAD DE JUICIO

| PROFESIÓN | CAPACIDAD DEL JUICIO | | TOTAL |
|----------------------|----------------------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 1 | 7 | 8 |
| Medico | 1 | 9 | 10 |
| Enfermera/o | 2 | 15 | 17 |
| Personal de limpieza | 1 | 4 | 5 |
| Total | 5 | 35 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: En la tabla anterior se encuentran 40 trabajadores de la salud que laboran en sala de operaciones de los cuales, 35 respondieron que no presentan alteración de la capacidad del juicio, mientras que 5 respondieron que si hay presencia. De los 35 que respondieron nopenencia se tiene: 7 anestesistas, 9 médicos, 15 del personal de enfermería y 4 del personal de limpieza. De los 5 que respondieron presencia de alteración de la capacidad del juicio se encuentra: 1 anestesista, 1 medico, 2 del personal de enfermería y 1 del personal de limpieza.

K-NAUSEAS

| PROFESION | Si | No | TOTAL |
|----------------------|----|----|-------|
| Anestesista | 5 | 3 | 8 |
| Medico | 5 | 5 | 10 |
| Enfermera/o | 9 | 8 | 17 |
| Personal de limpieza | 3 | 2 | 5 |
| Total | 22 | 18 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: La tabla muestra 40 trabajadores de la salud que laboran en sala de operaciones, de los cuales 22 manifestaron presencia de náuseas y 18 profesionales reportaron no presencia de esta alteración. De los 22 que respondieron que si tenemos 5 anestesista, 5 médicos, 9 del personal de enfermería y 3 del personal de limpieza, de los que respondieron no presentar alteración se encuentran: 3 anestesistas, 5 médicos, 8 del personal de enfermería y 2 del personal de limpieza

TABLA N°7

| ALTERACIONES NEUROLOGICAS PERIFERICAS | | | | |
|--|------------|----|--------|----|
| PROFESION | DISESTESIA | | ATAXIA | |
| | Si | No | Si | No |
| Anestesista | 4 | 4 | 0 | 8 |
| Medico | 0 | 10 | 0 | 10 |
| Enfermera/o | 0 | 17 | 1 | 16 |
| Personal de limpieza | 2 | 3 | 2 | 3 |
| Total | 6 | 34 | 3 | 37 |

Análisis e interpretación:

En la tabla anterior se encuentran las alteraciones neurológicas periféricas, a nivel del sistema nervioso periférico los efectos neurológicos, predominantes que se observan frente a una exposición a gases anestésicos residuales son: la Disestesia y Ataxia.

Los datos estadísticos presentados reflejan que los trabajadores de salud que labora en sala de operaciones, indican no presentar ninguno de estos signos.

A-DISESTESIA

| PROFESION | Si | No | TOTAL |
|----------------------|----|----|-------|
| Anestesista | 4 | 4 | 8 |
| Medico | 0 | 10 | 10 |
| Enfermera/o | 0 | 17 | 17 |
| Personal de limpieza | 2 | 3 | 5 |
| Total | 6 | 34 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: El cuadro anterior cuenta con los datos sobre la experimentación de disestesias en el personal de sala de operaciones. 6 de 40 profesionales afirman experimentar disestesia entre ellos 4 anestesistas y 2 del personal de limpieza. 34 profesionales niegan experimentar disestesia entre ellos 4 anestesistas, 10 médicos, 17 enfermeros y 3 casos del personal de limpieza. Dentro la experimentación de Ataxia sobre sale un dato estadístico que se integra por 4 profesionales de anestesiología que manifiestan presentar tal signo Neurológico, por debajo de ellos 2 del personal de limpieza expresan lo mismo.

B-ATAXIA

| PROFESIÓN | ATAXIA | | TOTAL |
|----------------------|--------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 0 | 8 | 8 |
| Medico | 0 | 10 | 10 |
| Enfermera/o | 1 | 16 | 17 |
| Personal de limpieza | 2 | 3 | 5 |
| Total | 3 | 37 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: Anteriormente se muestran datos de la experimentación de Ataxia en el personal de sala de operaciones. 3 de 40 profesionales afirman experimentar disestesia entre ellos 1 enfermero y 2 del personal de limpieza. 34 casos niegan experimentar disestesia entre ellos 8 anestesistas, 10 médicos, 16 enfermeros y 3 casos del personal de limpieza. La experimentación de disestesia los trabajadores del personal de limpieza sobre salen manifestando 2 personas experimentar dicho Efecto, concluyendo que entre anestesiología y el personal de limpieza están los mayormente expuestos a gases anestésicos residuales. Datos que demuestran poco efecto neurológico periférico.

TABLA N°8

| MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|----|--------------------------|----|--|----|-----------------------------|----|---------------------------------------|----|---------------------------|----|
| PROFESION | SISTEMA DE EVACUACION DE GASES ANESTESICOS | | MEDICION DIRECTA EN SITU | | TOMA ACTIVA DE MUESTRA Y MEDICION DIFERIDA | | DOSIMETRO PASIVO INDIVIDUAL | | VIGILANCIA BIOLOGICA DE LA EXPOSICION | | CARTUCHO DE CARBON ACTIVO | |
| | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| Anestesista | 1 | 7 | 1 | 7 | 1 | 7 | 1 | 7 | 1 | 7 | 2 | 6 |
| Medico | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | 2 | 8 |
| Enfermera/o | 1 | 16 | 1 | 16 | 1 | 16 | 1 | 16 | 1 | 16 | 0 | 17 |
| Personal de limpieza | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| Total | 2 | 38 | 2 | 38 | 2 | 38 | 2 | 38 | 2 | 38 | 4 | 36 |

Análisis e Interpretación:

En la tabla anterior se presentan las diferentes medidas de bioseguridad requeridas para evitar inhalación de químicos (gases anestésicos residuales) y la contaminación que estos originan. La pregunta ¿cuenta el hospital con las siguientes medidas de bioseguridad? Refleja el conocimiento del personal de las medidas de bioseguridad que el hospital tiene para limitar la exposición laboral a gases anestésicos residuales.

La información obtenida a través de estas variables se basa en: A) si la institución hospital nacional de la unión cuenta con estas estrategias para prevenir la exposición del trabajador de salud que labora en sala de operaciones B) si este conoce la existencia de estas medidas preventivas y su importancia de contar con ellas en sala de operaciones.

De manera que las dos respuestas obtenidas son: A) el hospital carece de la prevención por medio de estas medidas de bioseguridad. B) los datos estadísticos plasmados en esta tabla son incompatibles con la realidad a la cual se enfrentan los trabajadores de salud que laboran en sala de operaciones. 2 profesionales afirman que el hospital nacional de la unión cuenta con medidas de bioseguridad como dispositivos de dosímetro pasivo individual de uso personal, así como también 4 profesionales confirman la existencia de cartuchos de carbón en sala de operaciones, 2 profesionales manifiestan la existencia de una vigilancia biológica mediante toma de muestras, 2 profesionales afirman que el hospital cuenta con una evacuación de gases anestésicos residuales adjunto a la máquina de anestesia, una medición directa IN SITU en quirófanos durante cirugía, dejando en manifiesto el poco conocimiento de estos dispositivos por parte de estos profesionales. El hospital nacional de la unión no cuenta con ninguna medida de bioseguridad para limitar la exposición, 35 casos son conocedores de estos déficits, así como también que la falta de estos dispositivos les deja en total exposición a gases anestésicos residuales.

A-SISTEMA DE EVACUACIÓN DE GASES ANESTÉSICOS

| PROFESION | SISTEMA DE EVACUACIÓN DE GASES ANESTESICOS | | TOTAL |
|----------------------|--|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 1 | 7 | 8 |
| Medico | 0 | 10 | 10 |
| Enfermera/o | 1 | 16 | 17 |
| Personal de limpieza | 0 | 5 | 5 |
| Total | 2 | 38 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: En el cuadro anterior se muestra el conocimiento por parte del personal de sala de operaciones sobre la existencia o no de un sistema de evacuación de gases anestésicos de los 40 profesionales 2 responden si, siendo estos 1 anestesistas y un profesional de enfermería. Un total de 38 profesionales responde no, entre ellos 7 anestesistas, 10 médicos, 16 enfermeros y 5 casos del personal de limpieza. Dos profesionales (1 de anestesiología, 1 de enfermería) dejan en manifiesto no conocer sobre la existencia de dicha medida de seguridad puesto que dan certeza de contar con ella en sala de operaciones.

B-MEDICION DIRECTA EN SITU

| PROFESION | MEDICION DIRECTA IN SITU | | TOTAL |
|----------------------|--------------------------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 1 | 7 | 8 |
| Medico | 0 | 10 | 10 |
| Enfermera/o | 1 | 16 | 17 |
| Personal de limpieza | 0 | 5 | 5 |
| Total | 2 | 38 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: los datos anteriores reflejan los resultados sobre el conocimiento por el personal de sala a la existencia de La Medición Directa IN SITU. Donde 2 de 40 profesionales responden si, encontrándose dentro de los afirmantes un anestesista y un enfermero. 38 de los 40 profesionales responden no, negando la existencia de esta medición entre ellos 8 anestesistas, 10 médicos, 17 enfermeros y 5 del personal de limpieza.

C-TOMA ACTIVA DE MUESTRA Y MEDICIÓN DIFERIDA

| PROFESION | TOMA ACTIVA DE MUESTRA Y MEDICIÓN DIFERIDA | | TOTAL |
|----------------------|--|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 1 | 7 | 8 |
| Medico | 0 | 10 | 10 |
| Enfermera/o | 1 | 16 | 17 |
| Personal de limpieza | 0 | 5 | 5 |
| Total | 2 | 38 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: La tabla anterior refleja datos por el personal de sala sobre la existencia de Muestras y Medición Diferida para la medición de un valor límite de exposición. 2 de 40 profesionales responden si, encontrándose dentro de los afirmantes un anestesista y un enfermero. 38 de los 40 profesionales responden no, negando la existencia de esta toma y medición de muestras entre ellos 8 anestesistas, 10 médicos, 17 enfermeros y 5 del personal de limpieza.

D- DOSIMETRO PASIVO INDIVIDUAL

| PROFESION | DOSIMETRO PASIVO INDIVIDUAL | | TOTAL |
|----------------------|-----------------------------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 1 | 7 | 8 |
| Medico | 0 | 10 | 10 |
| Enfermera/o | 1 | 16 | 17 |
| Personal de limpieza | 0 | 5 | 5 |
| Total | 2 | 38 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: Los datos del cuadro anterior muestran resultados sobre la confirmación del uso de un dispositivo, Dosímetro Pasivo Individual. 2 de 40 profesionales responden si, encontrándose dentro de los afirmantes un anestesista y un enfermero. 8 anestesistas, 10 médicos, 17 enfermeros y 5 casos del personal de limpieza 38 de los 40 casos responden no, negando el uso de este dispositivo.

E- VIGILANCIA BIOLÓGICA DE LA EXPOSICIÓN

| PROFESIÓN | VIGILANCIA BIOLÓGICA DE LA EXPOSICIÓN | | TOTAL |
|----------------------|---------------------------------------|----|-------|
| | Si | No | |
| Anestesista | 1 | 7 | 8 |
| Medico | 0 | 10 | 10 |
| Enfermera/o | 1 | 16 | 17 |
| Personal de limpieza | 0 | 5 | 5 |
| Total | 2 | 38 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: Los datos anteriormente mostrados tratan sobre la afirmación de una vigilancia biológica de exposición hacia el personal por la parte hospitalaria donde 2 de 40 profesionales responden si, encontrándose un anestesista y un enfermero. 8 anestesistas, 10 médicos, 17 enfermeros y 5 del personal de limpieza, 38 de los 40 profesionales responden no, a una vigilancia biológica de exposición.

F-CARTUCHOS DE CARBÓN ACTIVO

| PROFESION | Si | No | TOTAL |
|----------------------|----|----|-------|
| Anestesista | 2 | 6 | 8 |
| Medico | 2 | 8 | 10 |
| Enfermera/o | 0 | 17 | 17 |
| Personal de limpieza | 0 | 5 | 5 |
| Total | 4 | 36 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación : Los datos estadísticos anteriores reflejan resultados sobre la existencia de cartuchos de carbón activo en sala de operaciones donde 2 de 40 profesionales responden si, encontrándose dentro de los afirmantes un anestesista y un enfermero. 8 anestesistas, 10 médicos, 17 enfermeros y 5 del personal de limpieza 38 de los 40 profesionales responden no, negando la existencia de cartuchos de Carbón Activo en sala de operaciones.

TABLA N°9

| EXAMENES DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------|------------|--------|------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| PROFESION | VALOR DE ALT | | | | TRANSAMINASA AST | | | | MEGALOBLASTOSIS | | HIPERSEGMENTACION | |
| | Normal | Alteración | Normal | Alteración | H= 8-40 u/l Normal/ hombre | H=> 41 Alteración/hombre | M= 6-34 u/l Normal/ mujer | M= >35 Alteración/ mujer | 0-1 = no presencia | 2 o más= presencia | 0-1% = No presencia | >2% = Si Presencia |
| Anestesista | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 6 | 2 | 6 | 2 |
| Medico | 4 | 3 | 3 | 0 | 5 | 2 | 3 | 0 | 7 | 3 | 8 | 2 |
| Enfermera/o | 0 | 5 | 10 | 2 | 0 | 5 | 10 | 2 | 13 | 4 | 12 | 5 |
| Personal de limpieza | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| Total | 8 | 11 | 18 | 3 | 10 | 9 | 18 | 3 | 29 | 11 | 29 | 11 |

Análisis e interpretación:

En la tabla anterior se muestran los exámenes de laboratorio, estos son indicadores sustanciales de la toxicidad a nivel hepático y sanguíneo a consecuencia de la exposición laboral a gases anestésicos residuales.

Los exámenes de laboratorio ALT y AST son una medida para saber la actividad de metabolismo enzimático en un organismo, son una medida indirecta de medición de este metabolismo en el cuerpo, a causa de la presencia de compuestos tóxicos en el sistema hepático, entre ellos los gases anestésicos residuales en sala, así, de esta manera conocer si hay exposición.

De manera general según las pruebas químicas realizadas los hombres son los más afectados porque presentan mayor alteración en sus valores normales en comparación con las mujeres que un número mayor de trabajadoras están dentro de los rangos normales. La elevación de estas enzimas son muy sensibles, el que los profesionales masculinos presenten mayor números de resultados alterados es prueba de ello, puesto que las enzimas son sensibles a muchas situaciones como compuestos químicos, drogas, edad, el sexo, incluso la ingesta de alcohol a la que son más susceptibles el personal masculino.

En relación a los resultados químicos de la megaloblastosis e hipersegmentación cabe destacar que Los gases anestésicos residuales carecen de toxicidad hematológica, exposiciones frecuentes a nivel hematológico se manifiestan por alteraciones de la serie sanguíneas. La presencia de una toxicidad hematológica se podrá observar cuando se usen concentraciones mayores al 70% concluyendo que en el hospital nacional de la unión las concentraciones de gases anestésicos utilizadas no son lo suficientemente mayores para que los gases residuales presenten una amenaza al sistema hematológico en un momento de exposición laboral.

A continuación de detallar por individual cada una de las pruebas químicas realizadas con su respectiva interpretación.

A-TRANSAMINASAS ALT

| PROFESIÓN | VALOR DE TRANSAMINASA ALT | | | | TOTAL |
|----------------------|---------------------------|------------|--------|------------|-------|
| | Normal | Alteración | Normal | Alteración | |
| Anestesista | 3 | 2 | 2 | 1 | 8 |
| Medico | 4 | 3 | 3 | 0 | 10 |
| Enfermera/o | 0 | 5 | 10 | 2 | 17 |
| Personal de limpieza | 1 | 1 | 3 | 0 | 5 |
| Total | 8 | 11 | 18 | 3 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis: Los resultados estadísticos presentados son los resultados de exámenes de laboratorio ALT donde de 40 profesionales. 8 profesionales masculinos se encuentran en el rango normal del examen entre ellas 3 anestesistas, 4 médicos y 1 caso del personal de limpieza y 11 casos masculinos presentan alteración en el examen, entre ellos 2 anestesistas, 3 médicos, 5 enfermeros y 1 caso de personal de limpieza. Un total de 18 casos femeninos presentan el examen en su rango normal 2 anestesistas, 3 médicos, 10 enfermeras y 3 del personal de limpieza. 3 casos femeninos presentan alteración del examen entre ellas 1 anestesista y 2 enfermeras.. Los resultados de ALT dejan a los profesionales masculinos con mayor cantidad de exámenes alterados, sobresaliendo los profesionales de enfermería, las mujeres presentan mayor número de resultados normales con un total de 18 profesionales sin alteración.

B-TRANSAMINASA AST

| PROFESION | H= 8-40 u/l Normal/ hombre | H=>41 Alteración/h ombre | M= 6-34 u/l Normal/ mujer | M= >35 Alteración/ mujer | TOTAL |
|------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------|
| Anestesista | 3 | 2 | 2 | 1 | 8 |
| Medico | 5 | 2 | 3 | 0 | 10 |
| Enfermera/o | 0 | 5 | 10 | 2 | 17 |
| Personalde limpieza | 2 | 0 | 3 | 0 | 5 |
| Total | 10 | 9 | 18 | 3 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: El cuadro presentado contiene los resultados del examen AST. De 40 profesionales, 10 resultado masculino tiene exámenes en rango normal entre estos 3 anestesistas, 5 médicos y 2 del personal de limpieza. 9 profesionales masculinos presentan alteración, entre estos 2 anestesistas, 2 médicos y 5 enfermeros. 18 profesionales femeninos tienen resultados de AST normales encontrándose en estos 2 anestesistas, 3 médicos, 10 del personal de enfermería y 3 del área de limpieza. 3 profesionales femeninos presentan alteración. Entre estos 1 anestesista y 2 del área de enfermería y siguiéndoles los médicos. Los exámenes de AST dejan a los profesionales masculinos con mayores resultados alterados, sobresaliendo el personal de enfermería continuándoles los anestesistas y médicos. Los profesionales femeninos se mantienen con la mayor cantidad de resultados normales de los exámenes, en mayor numero el personal de enfermería.

A-MEGALOBLASTOSIS

| PROFESIÓN | VALOR DE LA MEGALOBLASTOSIS | | TOTAL |
|----------------------|-----------------------------|---------------------|-------|
| | 0-1 = no presencia. | 2 o más= presencia. | |
| Anestesista | 6 | 2 | 8 |
| Medico | 7 | 3 | 10 |
| Enfermera/o | 13 | 4 | 17 |
| Personal de limpieza | 3 | 2 | 5 |
| Total | 29 | 11 | 40 |

Fuente: Cuestionario

Análisis e Interpretación: el cuadro anterior refleja los exámenes tomados para la presencia de megaloblastosis. 29 profesionales de 40 obtienen resultados de examen donde no hay presencia de megaloblastosis entre ellos 6 anestesistas, 7 médicos, 13 enfermeros y 3 del personal de limpieza. 11 profesionales de los 40 obtienen un resultado de presencia de hipersegmentación, encontrándose 2 anestesistas, 3 médicos, 4 enfermeras y 2 del personal de limpieza. los resultados de megaloblastosis 11 profesionales tienen esta alteración en su serie sanguínea entre ellos en primer lugar los profesionales de enfermería con 4 resultados de este examen continuándoles 3 profesionales médicos. Más de la mitad de la población encuestada 29 profesionales no presentan tal alteración en la serie sanguínea.

B-HIPERSEGMENTACION

| PROFESION | 0-1% = No presencia. | >2% = Si Presencia. | TOTAL |
|----------------------|----------------------|---------------------|-------|
| Anestesista | 6 | 2 | 8 |
| Medico | 8 | 2 | 10 |
| Enfermera/o | 12 | 5 | 17 |
| Personal de limpieza | 3 | 2 | 5 |
| Total | 29 | 11 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: el cuadro presentado contiene los resultados de exámenes tomados para conocer la presencia de Hipersegmentación. 29 casos de 40 obtienen resultados de examen donde no hay presencia de megaloblastosis entre ellos 6 anestesistas, 8 médicos, 12 enfermeros y 3 casos del personal de limpieza. 11 casos de los 40 obtienen un resultado de presencia de hipersegmentación, encontrándose 2 anestesistas, 2 médicos, 5 enfermeras y 2 casos del personal de limpieza. En Los resultados de la presencia de hipersegmentación dejan un dato estadístico similar a la megaloblastosis estando 11 profesionales con alteración de este tipo en su serie sanguínea y más 29 teniendo resultados sin alteración.

TABLAN°10

CONOCIMIENTO DE APLICACION DE NORMAS DE LA MUJER EMBARAZADA QUE TRABAJA EN SALA DE OPERACIONES.

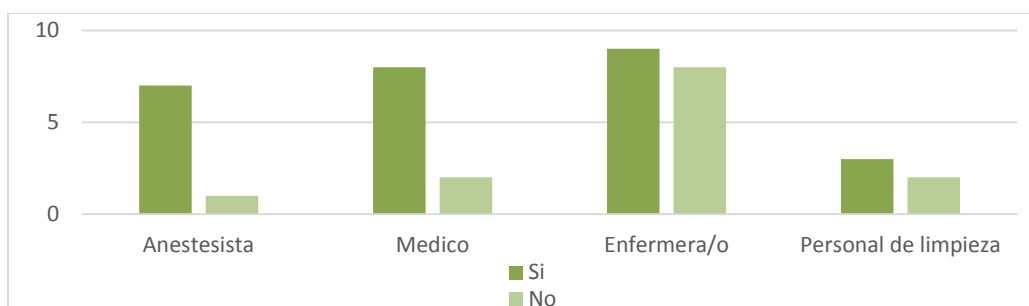
| PROFESIÓN | SI | NO | TOTAL |
|----------------------|----|----|-------|
| Anestesista | 7 | 1 | 8 |
| Medico | 8 | 2 | 10 |
| Enfermera/o | 9 | 8 | 17 |
| Personal de limpieza | 3 | 2 | 5 |
| Total | 27 | 13 | 40 |

Fuente: Cuestionario.

Análisis e Interpretación: La tabla estadística anterior muestra el conocimiento de los profesionales que laboran en sala sobre las medidas a tomar en una mujer en periodo de gestación. 27 profesionales de 40 responden si encontrándose entre ellos 7 anestesistas, 8 médicos, 9 enfermeros y 3 casos del personal de limpieza. 13 profesionales responden no, estando entre ellos 1 anestesista, 2 médicos, 8 enfermeros y 2 casos del personal de limpieza. La interrogante ¿es de su conocimiento que una mujer en periodo de gestación, durante ese periodo debe ser adscrita fuera del área de sala de operaciones? exterioriza el nivel de conocimiento sobre las medidas a tomar para limitar al personal femenino a una exposición laboral. 27 profesionales manifestaron conocer por qué una mujer en periodo de gestación que labora en sala debe ser adscrita a una nueva área conformando parte de un grupo de personas que por tal conocimiento se limitarían y ayudarían a limitar una exposición laboral a las mujeres en periodo de gestación. 13 profesionales manifiestan no saber, dentro de ello la mayor cantidad de profesionales que responden son profesionales de enfermería teniendo 8 profesionales del 13 en total que respondieron “no”. convirtiéndose en un grupo de personas que por estas ajenos a dicho conocimiento son más susceptibles en un determinado momento de estar expuestos al 100% a gases anestésicos residuales, dentro de ellos 1 anestesista que podría no tomar las medidas de seguridad para sí mismo ni recomendarlas para los demás trabajadores del equipo multidisciplinario de sala de operaciones.

GRAFICA N° 6.0

CONOCIMIENTO DE LA APLICACIÓN DE NORMAS DE LA MUJER EMBARAZADA QUE TRABAJA EN SALA DE OPERACIONES



5.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Una vez establecidas las hipótesis, es necesario conocer el método por el cual el investigador escogerá entre una hipótesis y la otra. Para ello, de manera general. Se utiliza un estadístico llamado “valor P “.

Este estadístico indica la probabilidad que existe de rechazar la hipótesis del investigador, cuando esta es verdadera. Por convención, se asume que si esta probabilidad es más de un 5% (0.05) debemos rechazar la hipótesis del investigador (H1) en favor de la hipótesis nula (H₀) entonces:

| Criterio | Opción |
|---------------------------|---|
| Si valor de $P \leq 0.05$ | Se debe aceptar H1 (Hipótesis del investigador) |
| Si valor de $P \geq 0.05$ | Se debe aceptar H ₀ (Hipótesis Nula) |

Basados en esos criterios es que sometemos a prueba las siguientes hipótesis

HIPOTESIS DE INVESTIGACION

H₁: En el Hospital Nacional de la Unión el personal de salud de sala de operaciones está expuesto a gases anestésicos residuales ocasionando consecuencias de salud.

HIPOTESIS NULA

H₀: En el hospital nacional de la unión el personal de salud de sala de operaciones no está expuesto a gases anestésicos residuales.

Pruebas de chi-cuadrado.

| | Valor | gl | Sig. asintótica (2 caras) |
|------------------------------|--------------------|----|------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 4.478 ^a | 6 | 0.612 |
| Razón de verosimilitud | 4.409 | 6 | 0.622 |
| Asociación lineal por lineal | .752 | 1 | .0386 |
| N de casos válidos | 40 | | |

El significado asintótico en ambos lados de la ji cuadrada de Pearson. De 0.612 al ser un dato bilateral se divide entre dos $0.612 \div 2 = 0.306$. Este dato indica que el valor P es ≤ 0.05 , por lo tanto se acepta la hipótesis de investigación: **H1**: En el Hospital Nacional de la Unión el personal de salud de sala de operaciones está expuesto a gases anestésicos residuales ocasionando consecuencias de salud.

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

El grupo investigador de acuerdo a los resultados obtenidos concluye:

De los profesionales que laboran en sala de operaciones médicos, enfermeras, anestesistas, y personal de limpieza e higiene profesional; los que se encuentran más expuestos son los anestesistas por la ubicación muy cercana a la máquina de anestesia, seguido por el personal de enfermería debido a la permanencia en el quirófano, el cual genera mayor nivel de exposición.

La exposición a gases anestésicos residuales en procedimiento quirúrgico mayor a 5-6 horas genera consecuencias a nivel neurológico. Siendo el trastorno del estado de ánimo y cambios en la orientación, que se encuentran presente en la mayoría de los profesionales, en mayor proporción en el personal de enfermería.

El hospital nacional de la unión no cuenta con medidas de seguridad: Medición Directa IN SITU, Toma activa de muestras y medición diferida en el laboratorio, Dosímetro pasivo individual, Vigilancia Biológica de la exposición, Cartuchos de carbón activo y Sistema de evacuación de gases anestésicos. Aplicadas por la institución hospitalaria y el personal que labora en sala de operaciones, desconocen la importancia de estas medidas y las consecuencias que podrían ocasionarles el no contar con ellas, así como también, carecen de conocimiento con respecto a qué medidas se pueden utilizar para minimizar una exposición como por ejemplo el resguardo de la mujer embarazada en sala de operaciones. Sin embargo, el hospital si cuenta con recambios de aire en sala de operaciones, que ayudan a barrer en cierta medida los gases anestésicos residuales.

Los exámenes de laboratorio AST, ALT, Megaloblastosis e Hipersegmentación son indicadores directos muy sensibles, que dan ciertos límites de alarma frente a una exposición de gases anestésicos residuales, muy sensibles de ser alterados por otros factores como compuestos químicos, drogas, polución ambiental, el sexo, edad, etc.

La exposición a gases anestésicos residuales en cirugías de permanencia continúa de 5-6 horas. Trae consigo consecuencias a nivel del sistema nervioso, manifestándose por náuseas, fatiga, cefalea, fatiga e irritabilidad. Que junto con otros factores como, el rendimiento físico, el contexto laboral terminan potencializando estas alteraciones en la salud del sistema nervioso.

6.2 RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones que el grupo investigador obtuvo con los resultados de la investigación, recomienda:

A todos los profesionales que laboran en sala de operaciones se recomienda cuenten con los dispositivos y medidas que contribuyen a la protección y disminución de una exposición a gases anestésicos residuales.

Se recomienda al personal de sala de operaciones tomen consciencia del peligro inminente que genera su desempeño laboral y así puedan realizar, chequeos médicos que les permita identificar si existe presencia de una patología a causa de su trabajo.

Al personal de anestesiología que labora en el hospital nacional de la unión se recomienda Tener de preferencia los bloqueos anestésicos raquídeos en la mayoría de procedimiento quirúrgicos de larga duración, que se puedan trabajar sin dificultad con esa técnica, así como también en cirugías prolongadas donde se requiera una técnica anestésica general, evitar fugas en el sello del manguito oro traqueal, fugas en el circuito y evitar en la extubación un lavado del circuito directo al quirófano, permitir un lavado del circuito con oxígeno y aire seco directo a la maquina anestésica sin desconectar el circuito del paciente.

A la institución se recomienda proporcione insumos necesarios para poder realizar una prueba de laboratorio de control en ciertos periodos de tiempo al personal de sala de operaciones que demuestre al 100% el porcentaje de exposición que puede existir frente a los gases anestésicos que se utilizan.

Al ministerio de salud se recomienda proporcione la tecnología pertinente al personal que labora en sala de operaciones en el hospital nacional con el fin de adoptar medidas de bioseguridad como extractores de gases anestésicos, cartuchos de carbón activo, una vigilancia biológica, dosímetro pasivo individual, en beneficio del personal y también de la institución, de igual manera agregar a las capacitaciones que realiza el hospital, charlas informativas de las consecuencias de una exposición a gases anestésicos residuales, y como minimizar la exposición.

ANEXO #1

CUESTIONARIO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
LICENCIATURA EN ANESTESIOLOGIA E INHALOTERAPIA



Tema: EXPOSICIÓN LABORAL A GASES ANESTÉSICOS RESIDUALES Y CONSECUENCIAS, EN EL PERSONAL DE SALUD DE SALA DE OPERACIONES, HOSPITAL NACIONAL DE LA UNION, AÑO 2018.

Objetivo General : Determinar Exposición laboral a gases anestésicos residuales y consecuencias, en el personal de salud de sala de operaciones, hospital nacional de la unión. Año 2018.

INDICACION GENERAL: Lea detenidamente cada uno de los ítems y responda según corresponda.

SEXO: _____ **PROFESION DE SALUD:** _____

EDAD: _____ **AÑOS DE LABORAR:** _____

- I. ¿A que distancia de la maquina de anestesia se ubica usted en un prodemiento quirurgico?
- II. ¿Se encuentra usted siempre laborando en un solo quirofano durante un procedimiento Quirurgico?

| | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|

III.¿Con que frecuencia usted labora en un procedimiento Quirurgico bajo anestesia General?

A) Siempre B) Casi Siempre C) A veces D) Nunca

IV. Durante un procedimiento quirurgico bajo anestesia general prolongada (5 a 6 horas) A experimentado usted algunas de las siguientes alteraciones:

INMEDIATAS

A. Nivel de piel.

¿ A experimentado dermatitis alergica?

| | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|

Dermatitis alergicas: inflamacion de la piel causada por contacto directo con una sustancia irritante.

NEUROLOGICAS PSICOMOTORAS

| B. TEMPRANAS | Si | NO |
|---|----|----|
| 1. Nauseas. | | |
| 2. Transtorno del estado de animo. | | |
| 3. Irritabilidad. | | |
| 4. Fatiga. | | |
| 5. Cefaleas | | |

| C. PROLONGADAS | SI | NO |
|--|----|----|
| 1. Capacidad de memorizacion. | | |
| 2. Atencion. | | |
| 3. Percepcion Audiovisual. | | |
| 4. Ejecucion motora en voluntarios sanos. | | |
| 5. Alteracion de la vigilancia (sueño) | | |
| 6. Capacidad del juicio | | |

EFFECTOS PSICOLOGICOS PERIFERICOS.

| D.TARDIAS | SI | NO |
|---------------------|----|----|
| 1.Disestesia | | |
| 2.Ataxia | | |

Disestesia:percepcion tactil anormal y desagradable. Ataxia:Descordinacion en cualquier parte del cuerpo.

Ataxia: dificultad de coordinacion de los movimientos caracateristica de ciertas enfermedades neurologicas.

V.¿Cuenta el hospital nacional de la union con las siguientes medidas seguridad aplicadas por los profesionales de salud que laboran en sala de operaciones para disminuir la exposicion a gases anestesicos?

Marque con una X según corresponda.

| Medidas de seguridad de INFRAESTRUCTURA | SI | NO |
|---|--------------|--------------|
| Cartuchos de carbon activo. | | |
| Sistema de evacuacion de gases anestesicos. | | |
| Circuito cifrado con flujo bajo de gas fresco. | | |
| Recambio de aire por horas(sistema de ventilacion) | Cada 5 horas | Cada 5 horas |

| Medidas de seguridad TECNICAS | SI | NO |
|--|----|----|
| Medicion de los gases en la atmosfera de trabajo | | |
| Medicion directa en SITU | | |
| Toma activa de muestra y medicion diferida | | |
| Dosimetro pasivo individual | | |
| Vigilancia biologica de la exposicion | | |

VI.¿Es de su conocimiento que una mujer en periodo de gestacion, no debe de laborar en sala de operaciones?

| | |
|----|----|
| SI | NO |
|----|----|

VII.PRUEBAS DE LABORATORIO.

| Pruebas de laboratorio | Valores normales | Resultados de exámenes. |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Megaloblastosis | | |
| Hipersegmentacion | | |
| Vitamina B12 | | |
| Transaminasas | | |

Observaciones _____

ANEXO #2

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha: _____

Yo: _____

Certifico que he sido informado con la claridad y veracidad debida respecto al ejercicio académico que los estudiantes:

Lopez Martinez, Kateryn Sarai

Estupinian Reyes, Mauricio Tadeo

Melgar Osorio, Wendy Elizabeth

Me han invitado a participar, actuó consecuente libre y voluntariamente como colaborador contribuyendo a este procedimiento de forma activa en el cual me han orientado debidamente y he decidido ser parte de dicho estudio.

F. _____

ANEXO #3

GLOSARIO

Ambiente: conjunto de circunstancias o factores físicos, químicos y biológicos que rodean a un ser vivo e influyen en su desarrollo y comportamiento.

Difusión: distribución uniforme de una sustancia, gas o cuerpo producida por el movimiento espontáneo de las moléculas que lo componen.

Exposición laboral: es un límite legal para la exposición de un empleado o trabajador a una sustancia o agente físico.

Gases anestésicos Residuales: son pequeñas cantidades de gases anestésicos volátiles que salen del circuito de anestesia del paciente al aire de los quirófanos.

Halogenado: Gas anestésico volátil.

Inhalatorio: uso de dispositivos que permitan pasar el medicamento a las vías aéreas con ayuda de la respiración.

Metabolismo: conjunto de cambios químicos y biológicos que se producen continuamente en las células vivas de un organismo.

Nefrotoxicidad: es la toxicidad ejercida sobre los riñones, órganos cuya integridad funcional es esencial para el mantenimiento de la homeostasis corporal de los seres humanos.

Profesional de salud: es una persona capacitada para atender problemas de las diferentes áreas de las ciencias de la salud. Se involucran en la atención primaria y la atención con especialistas.

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

Sala de operaciones: lugar habitual donde se realizan intervenciones quirúrgicas,

Solubilidad: capacidad de una sustancia o un cuerpo para disolverse al mezclarse con un líquido.

Toxicidad: cualidad de tóxico.

Vaporización: es el proceso mediante el cual una sustancia pasa del estado líquido al de vapor.

ANEXO # 4

SIGLAS Y ABREVIATURAS

SIGLAS

ADN: Acido desoxirribonucleico

ALT: Alanino transferasa

AST: Aspartato transferasa

ASA: Sociedad Americana de Anestesiólogos

CAM:concentracion alveolar minima

CFC: Cloro fluor carbonatado.

CHSCT:Comité de higiene y seguridad y de condiciones de Trabajo.

CMR: cancerigenosmutagenos y toxicos para la reproduccion.

CPA: celulas presentadoras de antígeno.

FDA: Administracion de alimentos y drogas

GABIE: Dosificadoras de gas adsorbente para exposiciones individuales

INRS: investigación y seguridad.

NIOSH: Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional.

OSHA: Administración de Seguridad y Salud

SEG:sistema de evaluacion de gases.

SEGA: sistema de evaluacion de gases anestésicos.

SRT: Prueba del tiempo de reaccion simple

USA: Estados Unidos

VLE:Valorlimite de la exposicion.

VME: Valor medio de la exposicion.

ABREVIATURAS

bdz: Benzodiacepinas.

c: Carbono

°c: Grados centigrados

co2: Dioxido de carbono

f²:Fluor

ig: Inmonoglobulina

kpa:kilopascal

mol: Unidad de cantidad de materia del Sistema Internacional, de símbolo mol, que equivale a la masa de tantas unidades elementales.

mol/gr : moles por gramo

mg/ m³: miligramo por metro cubico

no2:Óxido Nitroso

o2: Oxigeno

p:Presion.

pcO2: Presion parcial de dioxido de carbono

po2: Presión parcial de oxigeno

t: Temperatura.

v: Volumen

vol/hr: Volumen por hora

ANEXO #5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| MESES | Feb./2018 | | | | Mar./2018 | | | | Abr./2018 | | | | May./2018 | | | | Jun./2018 | | | | Jul./2018 | | | | Ago./2018 | | | | |
|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|---|----------------------------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|---|----------------------------|---|---|---|-----------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1. Reuniones generales con la Coordinación del Proceso de Graduación | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| 2. Elección del Tema | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Inscripción del Proceso de Graduación | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. Aprobación del Tema y Nombramiento de Docente Asesor | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. Elaboración de Protocolo de Investigación | | | | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. Entrega Final de Protocolo de Investigación. | | | | | | | | | 13 de Abril de 2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. Ejecución de la Investigación | | | | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| 8. Tabulación, Análisis e Interpretación de los datos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | | | | | | | |
| 9. Redacción del Informe Final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | | | |
| 10. Entrega del Informe Final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 27 de Julio de 2018 | | | | | | | | |
| 11. Exposición de Resultados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x |

FIGURA N° 1
PROCESO DE DIFUSIÓN.

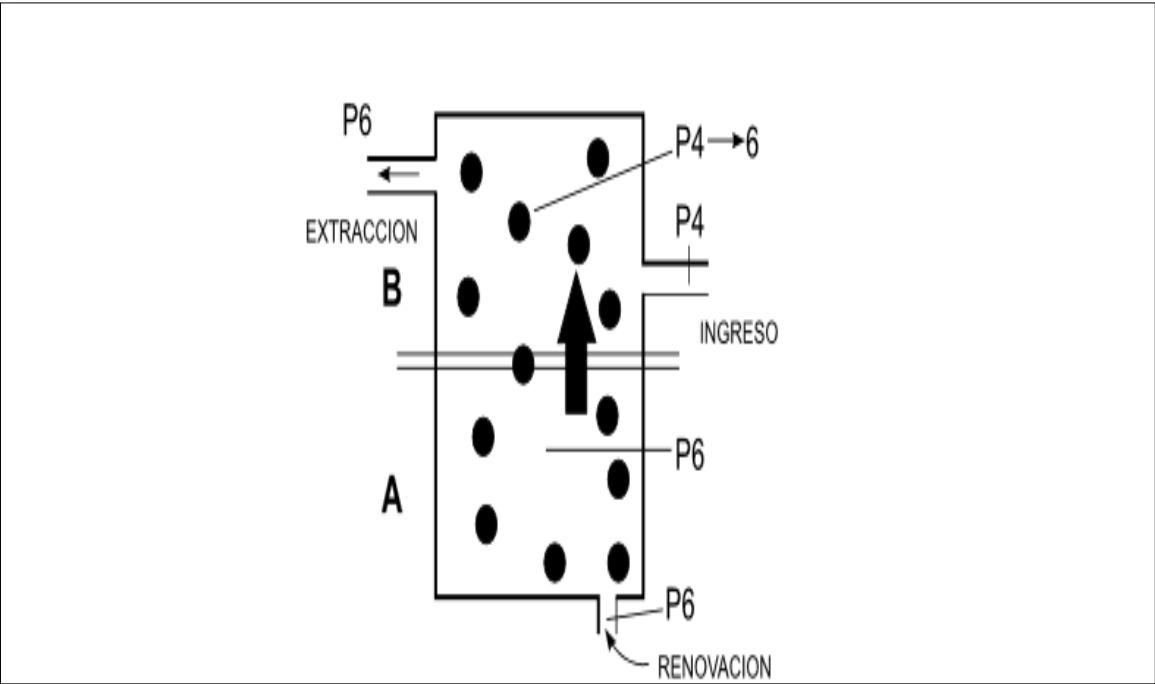


FIGURA N° 2
EQUILIBRIO ENTRE LOS GASES DEL AIRE Y DEL AGUA.

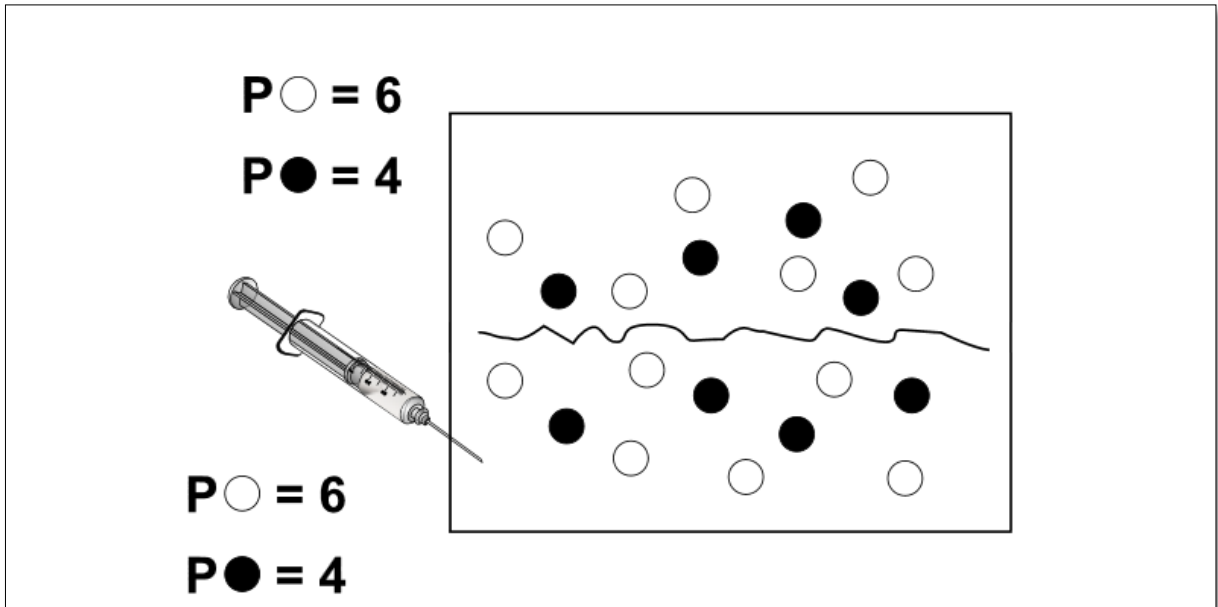


FIGURA N°3
EVOLUCION DE LAS CONCENTRACIONES ATMOSFERICAS DE
N₂O.

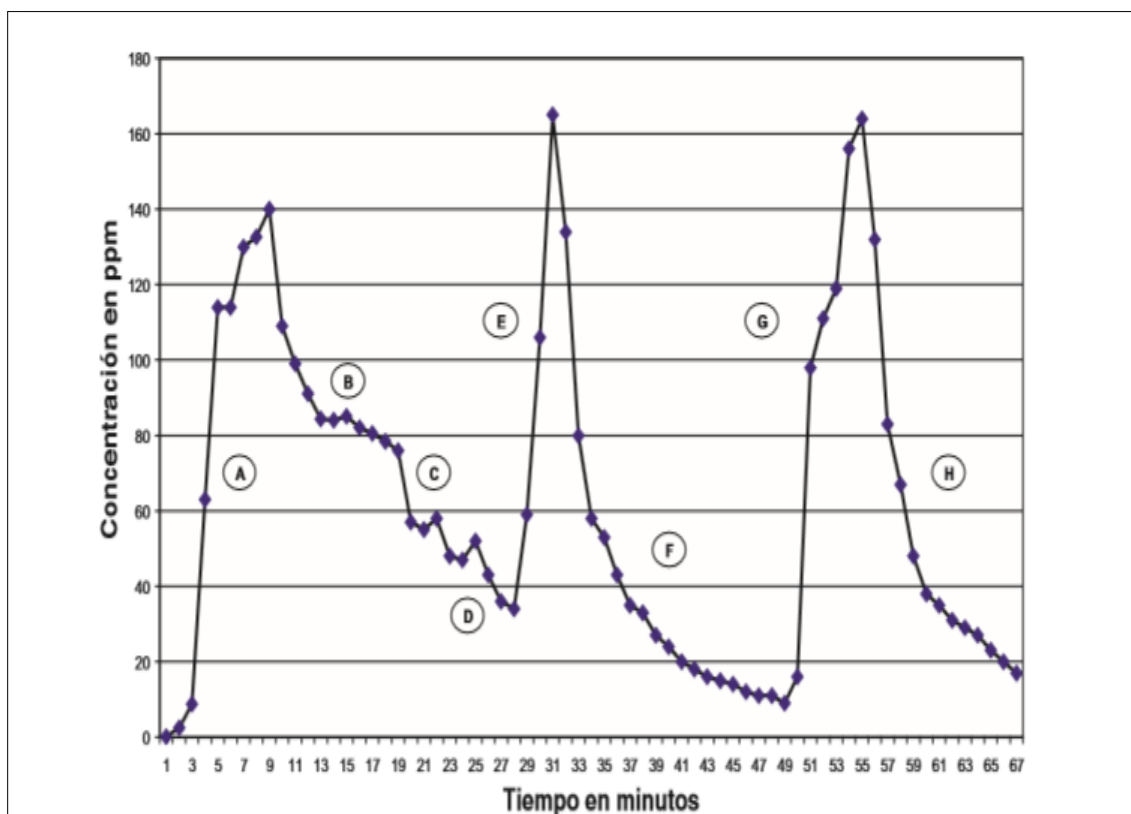


FIGURA N°4
ANALIZADOR PORTATIL DEL AIRE AMBIENTAL.



FIGURA N°5
MONITOR MULTIGASES INFRAROJO DE CELULA
FOTOACUSTICA.



FIGURA N°6
DOSÍMETRO PASIVO GABIE



FIGURA N°7
CARTUCHO DE CARBON ACTIVO ALDASORBER.



FIGURA N°8

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES.

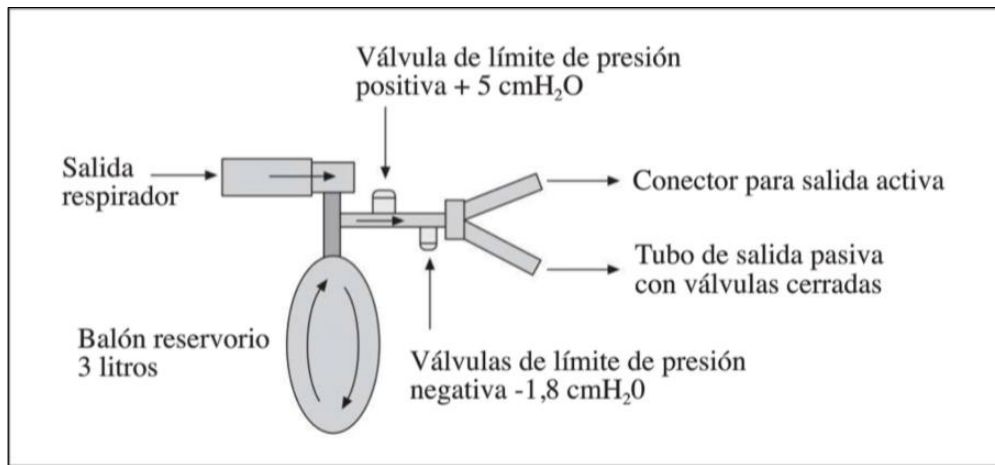


FIGURA N°9
VENTILACION CON SISTEMA JACKSON-REES.

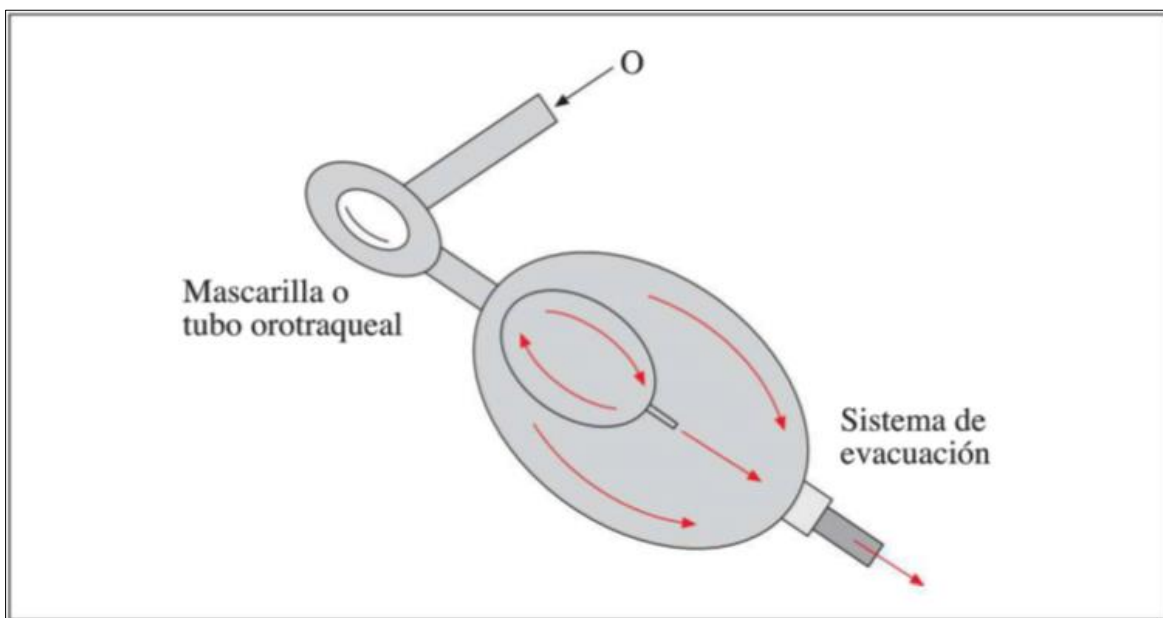


FIGURA N°10
SISTEMA PARA EXTRACCION ACTIVA DE GASES ANESTESICOS.

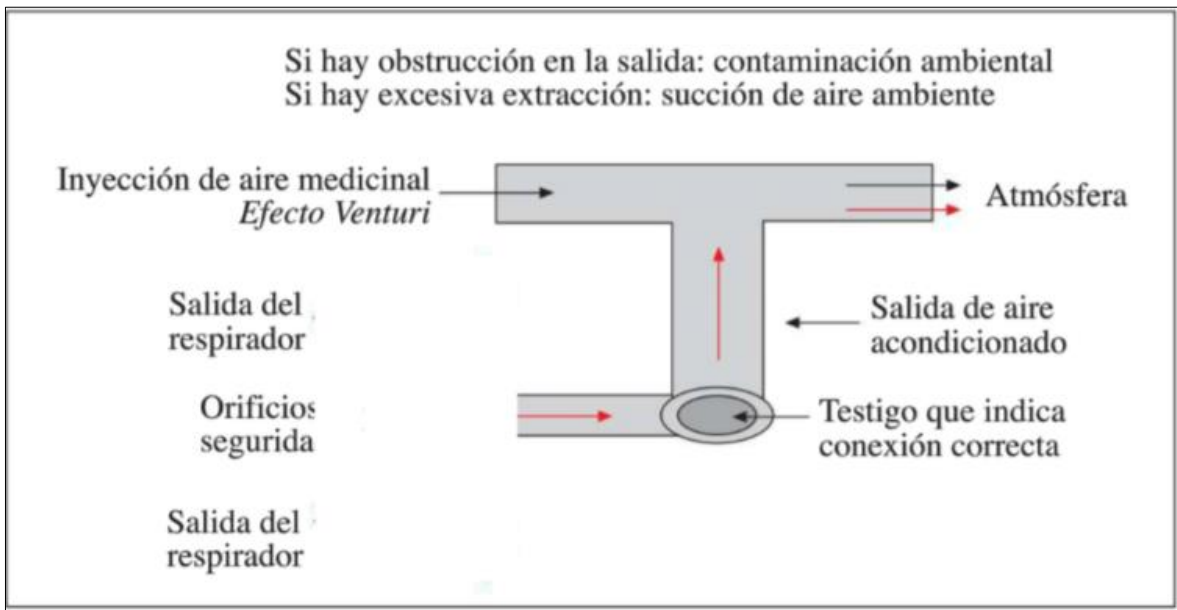


FIGURA N°11
MAQUINA DE ANESTESIA. MODELO SA2 (DRAGER).



FIGURA N°12
MASCARILLA DOBLE MEDICVENT.

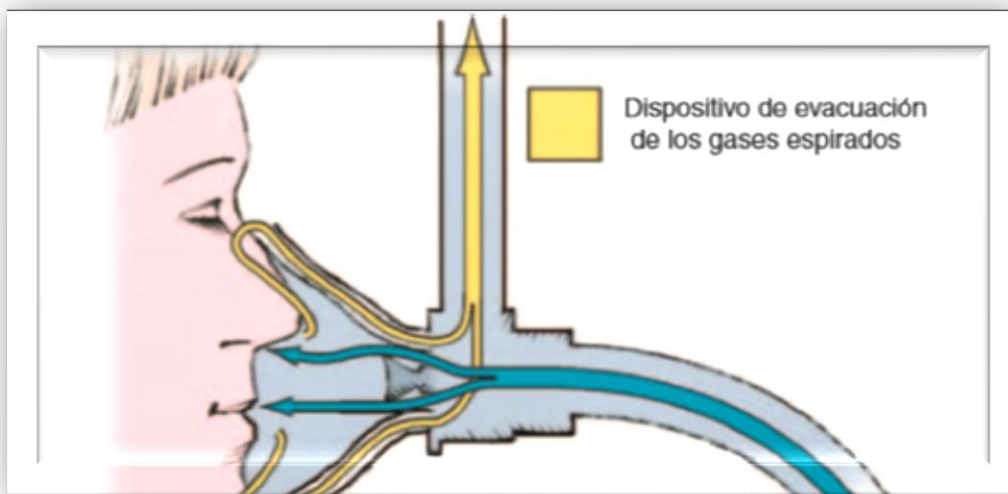


FIGURA N°13
CONECTOR SiBI. PARA INDUCCION POR INHALACION.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Javier Belda y Julio Lorens. Ventilación Mecánica En Anestesia Y Cuidados Críticos. Madrid España: Aran Ediciones; 2009.
2. Luis Miguel Torres Morera. Tratado de anestesia y Reanimación. 2º Edición. Cádiz España: Aran Ediciones; 2001.
3. Jose Osmin Monge. Peligro Inminente en Hospitales. El Diario De Hoy. 200 septiembre 14. Noticias nacionales. Pag. 13.
4. Luis H. Jovel. Ciencias Naturales Desarrollemos Competencias Primer Año de Bachillerato. 7º Edición. San Salvador, El Salvador: Ediciones Servicios Educativos; 2011.
5. J. Antonio Aldrete. Texto De Anestesiología Teórico-Práctico. México, D.F: Salvat De Ediciones, S.A de C.V; 1986.
6. J.F. Patiño. Gases Sanguíneos, Fisiología De La Respiración e Insuficiencia Respiratoria Aguda. 7º Edición. Colombia: Editorial Medica Panamericana; 2005.
7. J. Antonio Aldrete y Miguel Angel Paladino. Farmacología Para Anestesiólogos, Intensivistas, Emergentólogos y Medicina Del Dolor. Rosario- Argentina: CORPUSS Editorial; 2006.
8. Nuria. Riesgos laborales del quirófano en el embarazo, Anestesiados. 2009.
9. Victoria V. Riesgo laboral durante el embarazo: La prevención existe; La protección también, rev. Madrid. De med. 2014; Nº 10, Volumen 2

10. Longo, Dan L, Dennis L, Kasper, fauci, Larry J, Stephen L, Anthony S. Harrison Principios de medicina interna, 18ª ed, España: McGraw-Hill;2012.

11. José Andrés Ocaña. Mapas mentales y estilos de aprendizaje. Editorial club universitario; san Vicente (alicante). 31 de enero de 2011.

12. Castillo M. La Atencion.PIRAMIDE 2009

13. Zeigarnik.B.Psicopatologia.España:Universidad de moscu;1997.

14. MartínezManualbásico de tecnología audio visual. España: PAIDOS;2000.

15. Repulles. Diccionario De Las Ciencias Medicas Por Una Sociedad De Los MásCelebres Profesores De Europa. Edicion N°10. Madrid: Imprenta De Don Mateo; 1822.

16.Labrada Despaigne A. Anestesia en cirugía de mínimo acceso, La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2010.

17.Ruiz Castro M. Manual de anestesia regional, 2 ed. Barcelona: Elsevier; 2010.

18.F.L. Reinoso , I. Rivas Pollmara , R. de Paz Ariasa y F. Hernández. Diagnostico y tratamiento de las anemias megaloblásticas, Servicio de Hematología y Hemoterapia. Hospital Universitario La Paz. Madrid Universidad Autónoma de Madrid, Medicina clinica. 10ª edición, 2008.

19.Elsa M, Nora B. Macrocitosis: causas diagnostico diferencial y tratamiento en pediatría y en el adulto, Hematologia. Vol 19. Buenos Aires 2015.

20.Lanzkowsky, Philip. Manual of Pediatric Hematology and Oncology. Elsevier. 832 páginas, 2005

21. José Z, Luisa B, Carlos j, Ignacio J. La dermatitis atópica, libro de las enfer. Alérgicas BBVA. 2012; 1ª ed: 487pags.

22. Vicent J. Collins. Anestesia General Y Regional. 3º Edición. Argentina: editorial interamericana ediciones; 1996.

23.Fauci harrison. Principios de medicina interna .2ºEdicion. Mexico DF: Ultra ediciones ;1996.

24.Ronald D. Miller, MD. ANESTESIA. 2º Edición. Barcelona: Ediciones DOYMA;1997.