

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
SECCIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA
LICENCIATURA EN ANESTESIOLOGÍA E INHALOTERAPIA**



TRABAJO DE GRADO:

**ANESTESIA GENERAL A FLUJOS BAJOS CON SEVOFLURANO EN
PACIENTES DE COLECISTECTOMÍA POR VIDEOLAPAROSCOPIA, HOSPITAL
NACIONAL REGIONAL “SAN JUAN DE DIOS”, SAN MIGUEL, AÑO 2019.**

PRESENTADO POR:

**ENEYDA MARÍA AMAYA QUINTANILLA
IRVING BALMORE CHÁVEZ AMAYA
JOSELINE MILAGRO CASTILLO CISNEROS**

**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:
LICENCIADO EN ANESTESIOLOGÍA E INHALOTERAPIA**

DOCENTE ASESOR:

DOCTOR JOSÉ MAURICIO APARICIO MELARA

DICIEMBRE 2019

SAN MIGUEL

EL SALVADOR

CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS

RECTOR

PHD. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO

INGENIERO JUAN ROSA QUINTANILLA

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

INGENIERO FRANCISCO ALARCÓN

SECRETARIO GENERAL

LICENCIADO RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARIN

FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

LICENCIADO CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

DECANO

LICENCIADO OSCAR VILLALOBOS

VICE-DECANO

LICENCIADO ISRAEL LÓPEZ MIRANDA

SECRETARIO INTERINO

LICENCIADO JORGE PASTOR FUENTES CABRERA

DIRECTOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

DEPARTAMENTO DE MEDICINA

MAESTRA ROXANA MARGARITA CANALES ROBLES

JEFE DEL DEPARTAMENTO

LICENCIADO JORGE PASTOR FUENTES CABRERA

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DE LA
CARRERA DE ANESTESIOLOGÍA E INHALOTERAPIA**

MAESTRA ROXANA MARGARITA CANALES ROBLES

COORDINADORA DE LA CARRERA DE ANESTESIOLOGÍA E INHALOTERAPIA

TRIBUNAL CALIFICADOR

DOCTOR JOSÉ MAURICIO APARICIO MELARA

DOCENTE ASESOR

MAESTRA ROXANA MARGARITA CANALES ROBLES

TRIBUNAL CALIFICADOR

DOCTORA ISABEL TATIANA MARIA ORELLANA DE REVELO

TRIBUNAL CALIFICADOR

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS A DIOS TODO PODEROSO, por permitirnos la culminación de uno de nuestros grandes propósitos, manteniéndonos firmes en nuestras metas, dándonos la sabiduría y la fortaleza para salir adelante sin importar las adversidades y limitaciones.

A NUESTROS PADRES, por su apoyo incondicional, paciencia, comprensión, consejos y amor brindados en nuestro proceso y por ese gran rol que han desempeñado en nuestras vidas.

AL PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGÍA DEL HOSPITAL NACIONAL REGIONAL “SAN JUAN DE DIOS” DE SAN MIGUEL, por abrir las puertas en la ejecución de la práctica de anestesia, por confiar en nosotros y brindarnos su tiempo, paciencia y conocimientos.

AL DOCTOR JOSÉ MAURICIO APARICIO MELARA, por su gran aporte en la investigación con sus conocimientos médicos, teóricos que nos llevaron a obtener una investigación de tan alto nivel, tomando en cuenta sus consejos y experiencias propias compartidas y aplicadas en la práctica.

AL LICENCIADO MARIO LUIS QUITO BERMÚDEZ, por su amistad y la ayuda brindada durante la ejecución del proyecto de investigación, así también su aporte a nuestra formación profesional.

A LOS DOCENTES DE ANESTESIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FMO, con mucho respeto y agradecimiento por la paciencia que nos tuvieron al guiarnos por el camino de la sabiduría para lograr este triunfo.

Eneyda, Irving, y Joseline.

DEDICATORIA

A DIOS todopoderoso por su infinita bondad, amor, protección y bendiciones que me ha dado durante toda mi vida y por haberme permitido lograr este triunfo, el cual culmine por su inmensa misericordia y fidelidad.

A MI AMADO PADRE, Eris Antonio Amaya por ser mi pilar, quien siempre estuvo conmigo apoyándome de una manera incondicional, por su amor, paciencia que me ha brindado durante todos estos años. Gracias papito por todo te amo. A mi amada y querida Abuelita, Blanca Quintanilla mi triunfo es tuyo también gracias por creer en mí, por todos esos momentos a tu lado en los cuales me alentaban a seguir adelante y no rendirme.

A MI COMPAÑERO DE AVENTURAS, amor gracias por tu comprensión y apoyo durante los momentos más difíciles de mi formación y por tus palabras de motivación que me incentivan a seguir adelante, gracias por todo tu amor incondicional.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE TESIS, Irving Amaya, Joseline Cisneros, quienes estuvieron conmigo brindándome su amistad incondicional, su cariño, gracias mis niños por estar para mí en los momentos más tristes, así como en los momentos felices, espero que nuestra amistad dure siempre, deseo todo lo mejor para ustedes los amo. A mi amigo hermano, David Chávez por apoyarme a lo largo de toda mi formación, por sus consejos y su amistad.

A NUESTRO ASESOR DE TESIS, Dr. Mauricio Aparicio, gracias por ser parte fundamental en este proceso, por su enseñanza, dedicación, sus consejos a lo largo de la investigación y formación académica. De igual manera gracias Lic. Mario Luis Quito por su paciencia y el aporte de sus conocimientos.

Eneyda María Amaya Quintanilla

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO, por ser siempre mi mayor guía y por brindarme fortaleza, sabiduría y paciencia para poder culminar mi carrera universitaria de forma satisfactoria.

A MIS PADRES, DE MANERA MUY ESPECIAL, Aida Argentina Amaya de Chávez y José Arnulfo Chávez, por siempre apoyarme en cada una de mis decisiones, triunfos, derrotas y siempre enseñarme el camino del bien. **A MI HERMANA, Y ABUELA**, Nataly Beatriz Díaz Amaya, Rosa Argentina Amaya, por brindarme su apoyo sin condiciones, su amor, su paciencia, comprensión y consejo, muchas gracias.

A MIS DOCENTES, Lic. Pastor Fuentes, Licda. Roxana Canales, Licda. Zoila Somoza, Licda. Ana Carolina Cruz, por contribuir en nuestra formación académica y profesional en el transcurso de nuestra carrera.

AL DR. MAURICIO APARICIO, Y LIC. MARIO QUITO, por su aporte en la investigación con sus conocimientos, que nos llevaron a obtener una investigación de alto nivel, tomando en cuenta sus consejos y experiencias propias compartidas y aplicadas en la práctica, muchas gracias.

A MIS AMIGAS, COMPAÑERAS Y COLEGAS DE TESIS, Eneyda Amaya, Joseline Cisneros, gracias por la paciencia, sus consejos y dedicación que siempre demostraron, no ha sido fácil, pero salimos adelante, les deseo lo mejor, las quiero mucho.

A MIS AMIGOS MÁS CERCANOS, Ricardo Ayala, Alexis Barahona, Wendy Elizabeth, Haydee Olivarez y Cristina López quienes siempre me mostraron su amistad incondicional, me dieron ánimos para nunca rendirme y seguir adelante.

Irving Balmore Chávez Amaya

DEDICATORIA

A DIOS todopoderoso, por permitirme la vida para llegar hasta esta instancia y darme las oportunidades, lecciones y bendiciones en los momentos adecuados de mi vida.

A LA MEMORIA DE MIS AMADOS ABUELOS Rafael Alvarenga y María Isabel Cisneros de Alvarenga quienes son aún pieza fundamental en mi vida, los pilares que me mantuvieron en los momentos más difíciles de mi carrera universitaria a quienes también compartí los momentos felices que esta me brindaba, por educarme cada día y darme el mejor ejemplo de lucha, perseverancia, honestidad fe y fortaleza, sobre todo por ser los mejores maestros en mi vida estaré eternamente agradecida con ellos, no hay duda que en mi memoria cada día del resto de mi vida me acompañaran su recuerdo, su ejemplo me mantienen soñando cuando quiero rendirme. El esfuerzo y las metas alcanzadas, refleja la dedicación, el amor que han invertido mis padres gracias a ellos soy quien soy, orgullosamente y con la cara muy en alto agradezco a **JOSÉ ALBERTO CASTILLO Y MARÍA MILAGRO CISNEROS DE CASTILLO**, mi mayor inspiración han sido ellos. Agradezco profundamente a mis hermanos David, Iliana, Alberto, Noé, Humberto y Nena por su cariño, apoyo incondicional.

Al Docente, jefe de departamento, maestro y amigo **DOCTOR JOSÉ MAURICIO APARICIO MELARA**, por sus enseñanzas, consejos, aporte médico y compañía diaria en cada uno de los procedimientos anestésico-quirúrgicos necesarios para llevar a cabo esta investigación, y mi formación académica, así mismo como al Licenciado Mario Luis Quito Bermúdez.

En el camino encuentras personas que iluminan tu vida; sin dudarlo con su apoyo alcanzas de mejor manera tus metas, a través de sus consejos, de su amor, y paciencia me ha ayudado a concluir esta meta. Con mucho cariño a mis amigos, colegas de carrera y tesis Eneyda Amaya e Irving Amaya.

Joseline Milagro Castillo Cisneros

ÍNDICE

CONTENIDO	N° DE PÁG.
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN.....	xx
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO	22
1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	26
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	27
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	28
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	28
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
2. MARCO TEÓRICO	29
2.1 ANESTESIA GENERAL BALANCEADA	29
2.2 FARMACOLOGÍA DE LOS ANESTÉSICOS INHALADOS.....	30
2.2.1 FARMACOCINÉTICA.....	31
2.2.2 FARMACODINAMIA	35
2.3 SEVOFLURANO.....	38
2.4 CIRCUITOS EN ANESTESIA.....	40
2.4.1 CIRCUITO CIRCULAR.....	41
2.5 COMPORTAMIENTO DE LOS GASES EN EL CIRCUITO CIRCULAR.....	42
2.5.1 CONSUMO DE OXÍGENO.....	42
2.5.2 CONSUMO METABÓLICO DE GAS ANESTÉSICO	43
2.5.3 DIÓXIDO DE CARBONO	43
2.5.4 CONSTANTE DE TIEMPO	44
2.6 ANESTESIA A FLUJOS BAJOS.....	45
2.6.1 PROCEDIMIENTO ESQUEMÁTICO DE LA ANESTESIA A FLUJOS BAJOS	46
2.6.2 EFECTOS DE LA REDUCCIÓN DEL GAS FRESCO	49
2.6.3 CONTRAINDICACIONES DE LA ANESTESIA A FLUJOS BAJOS	50
2.6.4 MONITORIZACIÓN.....	51

2.6.5 REQUISITOS TÉCNICOS PARA LA MÁQUINA DE ANESTESIA.....	52
2.7 BENEFICIOS DE LA ANESTESIA A FLUJOS BAJOS.....	52
2.7.1 BENEFICIOS CLÍNICOS.....	52
2.7.2 BENEFICIOS ECOLÓGICOS	53
2.7.3 BENEFICIOS ECONÓMICOS.....	54
2.8 ESCALA DE ALDRETE MODIFICADA.....	55
2.9 MÁQUINA DE ANESTESIA MINDRAY A5	58
2.9.1 VAPORIZADOR MINDRAY V60	59
2.9.2 MONITOR MINDRAY MEC2000.....	60
2.10 TERMÓMETRO HIGRÓMETRO	61
2.11 COLECISTECTOMIA VIDEOLAPAROSCOPICA.....	61
3. SISTEMA DE HIPÓTESIS	64
3.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO	64
3.2 HIPÓTESIS NULA	64
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS HIPÓTESIS.....	65
4. DISEÑO METODOLÓGICO.....	66
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	66
4.2 POBLACIÓN.....	66
4.2.1 TÉCNICA DE MUESTREO ALEATORIO SIMPLE.....	66
4.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	67
4.3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	67
4.3.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	67
4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	68
4.4.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	68
4.4.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	68
4.4.3 PROCEDIMIENTO	69
4.4.4 PLAN DE ANÁLISIS.....	73
4.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	74
4.6 RIESGOS Y BENEFICIOS	74
4.6.1 RIESGOS.....	74
4.6.2 BENEFICIOS	75
4.7 EQUIPO Y MATERIALES (RECURSOS A UTILIZAR).....	75
4.7.1 EQUIPO	75

4.7.2 MATERIALES	76
4.8 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	76
5. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	77
5.1 TABULACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	77
5.2 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	90
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
6.1 CONCLUSIONES	100
6.2 RECOMENDACIONES.....	101
BIBLIOGRAFÍA.....	102
ANEXOS	105

ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	N° DE PÁG.
ANEXO #1 GUÍA DE ENTREVISTA	105
ANEXO #2 GUÍA DE OBSERVACIÓN	106
ANEXO #3 CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	110
ANEXO #4 GLOSARIO.....	111
ANEXO #5 SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	113
ANEXO #6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	115
ANEXO #7 PRESUPUESTO.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	N° DE PÁG.
FIGURA #1 ESCALA DE ALDRETE MODIFICADA MINSAL NORMA TÉCNICA 2018.....	117
FIGURA #2 MÁQUINA DE ANESTESIA MINDRAY A5	118
FIGURA #3 VAPORIZADOR MINDRAY V60	119
FIGURA #4 MONITOR MINDRAY MEC2000	120
FIGURA #5 TERMÓMETRO HIGRÓMETRO	121
FIGURA #6 COLECISTECTOMIA VIDEOLAPAROSCOPICA.....	122
FIGURA #7 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DEL ESTADO FÍSICO (ASA)	123

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	N° DE PÁG.
TABLA 1. RESULTADOS DE LOS DATOS GENERALES DE LOS PACIENTES POR GRUPO DE TRATAMIENTO.....	78
TABLA 2. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA HUMEDAD RELATIVA DE LOS GASES INSPIRADOS.....	80
TABLA 3. RESULTADOS OBTENIDOS TEMPERATURA EN GRADOS CENTÍGRADO DE LOS GASES INSPIRADOS.....	82
TABLA 4. RESULTADOS OBTENIDOS DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN ANESTÉSICA CON EL USO DE LA ESCALA DE ALDRETE MODIFICADA.	84
TABLA 5. RESULTADOS OBTENIDOS DEL TIEMPO DE USO DE OXÍGENO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.....	85
TABLA 6. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CONSUMO DE OXÍGENO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.....	86
TABLA 7. RESULTADOS OBTENIDOS DEL TIEMPO DE USO DE SEVOFLURANO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.....	87
TABLA 8. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CONSUMO DE SEVOFLURANO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.....	88
TABLA 9. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CONTAMINACIÓN EN EL QUIRÓFANO.....	89
TABLA 10. RESULTADOS DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA U DE MANN-WHITNEY EN LOS MOMENTOS QUE FUE TOMADA LA HUMEDAD RELATIVA.....	92
TABLA 11. RESULTADOS DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA T-STUDENT EN LOS MOMENTOS QUE FUE TOMADA LA TEMPERATURA EN GRADOS CENTÍGRADOS DE LOS GASES INSPIRADOS.....	94
TABLA 12. RESULTADOS DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA U DE MANN-WHITNEY EN LOS MOMENTOS QUE FUE TOMADA LA RECUPERACIÓN ANESTÉSICA CON EL USO DE LA ESCALA DE ALDRETE MODIFICADA.	96

TABLA 13. RESULTADOS DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA U DE MANN-WHITNEY PARA EL TIEMPO DE USO Y EL CONSUMO TOTAL DE OXÍGENO DURANTE EL PROCEDIMIENTO. 97

TABLA 14. RESULTADOS DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA T-STUDENT PARA EL TIEMPO DE USO Y EL CONSUMO TOTAL DE SEVOFLURANO DURANTE EL PROCEDIMIENTO. 98

ÍNDICE DE GRÁFICAS

CONTENIDO	N° DE PÁG.
GRÁFICA 1. RESULTADOS DE LOS DATOS GENERALES DE LOS PACIENTES POR GRUPO DE TRATAMIENTO.....	79
GRÁFICA 2. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA HUMEDAD RELATIVA DE LOS GASES INSPIRADOS.....	81
GRÁFICA 3. RESULTADOS OBTENIDOS TEMPERATURA EN GRADOS CENTÍGRADOS DE LOS GASES INSPIRADOS	83
GRÁFICA 4. RESULTADOS OBTENIDOS DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN ANESTÉSICA CON EL USO DE LA ESCALA DE ALDRETE MODIFICADA.	84
GRÁFICA 5. RESULTADOS OBTENIDOS DEL TIEMPO DE USO DE OXÍGENO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.....	85
GRÁFICA 6. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CONSUMO DE OXÍGENO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.....	86
GRÁFICA 7. RESULTADOS OBTENIDOS DEL TIEMPO DE USO DE SEVOFLURANO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.....	87
GRÁFICA 8. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CONSUMO DE SEVOFLURANO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.....	88

RESUMEN

La anestesia general a flujo bajo aporta beneficios al paciente, al personal del quirófano y el medio ambiente. En nuestro medio es una práctica reciente ya que su uso requiere la utilización de modernas máquinas de anestesia, con monitoreo de los gases y vapores anestésicos. Este estudio pretende revisar algunos conocimientos de fisiología, farmacología y a la vez servir como base de referencia bibliográfica para la utilización de dicha técnica anestésica. **OBJETIVO:** Valorar la efectividad de la anestesia general a flujos bajos con Sevoflurano en pacientes de Colectomía por Videolaparoscopia. **METODOLOGÍA:** La investigación por su diseño fue un ensayo clínico de tipo paralelo, donde se estudiaron 80 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, se dividieron en dos grupos de tratamiento; para el tratamiento 1 anestesia general a flujos bajos con oxígeno a 1lts/min y sevoflurano, y al tratamiento 0 anestesia general a flujos altos con oxígeno a 3lts/min y sevoflurano. Se evaluó el grado de humidificación y temperatura de los gases inspirados, tiempo de recuperación de la anestesia, consumo de oxígeno y sevoflurano por minutos de uso, al igual la presencia de gases anestésicos en el ambiente del quirófano. Los instrumentos que se utilizaron para la obtención de la información fueron la guía de entrevista y la guía de observación. Los resultados se procesaron por medio del programa estadístico SPSS versión 25.0, bajo pruebas estadísticas de T Student y U Mann-Whitney. **RESULTADO:** en la Tabla 2. Representa los resultados obtenidos de la humedad relativa la cual fue mayor en flujos bajos y la tabla 3. La temperatura de los gases inspirados, la anestesia general a flujos bajos aporta mejor temperatura. En la Tabla 6 y 8. Representa los resultados del consumo de oxígeno y sevoflurano reflejando menor gasto para flujos bajos. (Para todos los datos en ambos grupos de tratamiento, su Significancia Bilateral fue menor de $P > 0.05$). En la Tabla 4. Refleja la recuperación anestésica siendo más tardía en flujos bajos. **CONCLUSIÓN:** el paciente que es sometido a la anestesia general a flujos bajos con Sevoflurano aporta mejor efectividad, es decir; una mejor humedad relativa y temperatura de los gases inspirados, una reducción en el consumo de oxígeno y de sevoflurano.

Palabras claves: Efectividad, Anestesia General, Flujos bajos, Sevoflurano, Colectomía Videolaparoscopia.

ABSTRACT

General anesthesia low flow brings benefits to the patient, to the operating room staff and the environment. In our midst is a recent practice because its use requires the utilization of modern anesthesia machines, with monitoring of gases and vapors anesthetics. This study aims to review some knowledge of physiology, pharmacology and simultaneously serve as a basis for bibliographic reference for the utilization of such anesthetic technique. **OBJECTIVE:** To assess the effectiveness of the overall low flow anesthesia with sevoflurane in patients laparoscopic cholecystectomy. **METHODOLOGY:** The investigation by its design or clinical trial was a parallel type, where 80 patients who met the inclusion criteria were studied, they were divided into two treatment groups; 1 where treatment received general low flow anesthesia with oxygen to 1lts / min and sevoflurane, and treatment 0 received general anesthesia with oxygen at high flow rates to 3 liters/minute and sevoflurane. The degree of humidification and inspired gas temperature, recovery time from anesthesia, oxygen consumption and sevoflurane minutes of use was evaluated, and the like by gases anesthetic in the operating room environment. The instruments used for obtaining the information were the interview guide and the guide of observation. As for the results which were processed using SPSS version 25.0 the statistician program under statistics Student T test and Mann-Whitney U. **RESULT:** in Table 2. It represents the results obtained from the relative humidity which was higher in low flows and in table 3. The temperature of the inspired gases, general anesthesia at low flows provides better temperature. In Table 6 and 8. It represents the results of oxygen and sevoflurane consumption reflecting lower expenditure for low flows. (For all data in both treatment groups, their Bilateral Significance was less than $P > 0.05$). In Table 4. It reflects the anesthetic recovery being later in low flows. **CONCLUSION:** Patients who undergo general anesthesia with sevoflurane low flow provides better efficiency, which is not equal to patients undergoing general anesthesia with sevoflurane at high flow rates.

Keywords: Effectiveness, General Anesthesia, low flows, Sevoflurane, laparoscopic cholecystectomy.

INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se estudia la anestesia general a flujos bajos con Sevoflurano en pacientes de Colectomía por Videolaparoscopia, Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios”, San Miguel, año 2019. Y está compuesto por:

El Planteamiento del Problema que consta de la situación problemática, los antecedentes del problema, el enunciado del problema. Seguidamente la justificación. Los Objetivos, que se desarrollan durante toda la investigación, partiendo de un Objetivo General a los Objetivos Específicos, siendo las metas que se pretende alcanzar durante el estudio.

El marco teórico, en el cual se fundamenta el tema de investigación. Seguido con el sistema de hipótesis, las cuales son una respuesta lógica y posible durante la investigación. Planteándose así la hipótesis de investigación y la hipótesis nula. Además de la operacionalización de las hipótesis en variables.

El diseño metodológico, que consta de los siguientes elementos: Tipo de investigación, población, los criterios de inclusión y exclusión, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el procedimiento utilizado para llevar a cabo la investigación, también se definen los riesgos y beneficios que pueden presentarse durante la ejecución del trabajo de investigación, así como las consideraciones éticas, los recursos a utilizar, y el presupuesto.

Posteriormente la presentación de los resultados, donde se realizó la tabulación, el análisis de los datos recolectados con la utilización del programa estadístico SPSS versión 25.0 y así su interpretación. Seguidamente se plantea la discusión; donde se ponen a prueba el sistema de hipótesis formulado y se realizan conclusiones y las recomendaciones.

En la parte final del documento se encuentra la referencia bibliografía, que brinda información clara de las fuentes utilizadas en el estudio y los respectivos anexos de la investigación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

Durante mucho tiempo en la anestesia se ha buscado el mínimo daño físico y fisiológico al paciente, con el pasar del tiempo se ha venido mejorando las técnicas anestésicas en donde el mayor beneficiado es el paciente.

La anestesia a flujos bajos tuvo su apogeo en la década de los cuarenta y principio de los cincuenta “La técnica de flujos bajos fue descrita por Foldes en 1952 con un flujo de gas fresco de 1 Litro/min (50% de O₂ y 50% de N₂O). Virtue, en 1974 inició la técnica de flujos mínimos con un flujo de gas fresco de 0.5 l/min (60 % de O₂ y 40% de N₂O).” ⁽¹⁾ “En los años siguientes Coleman, Jackson, Waters, Gauss, Sudeck, Schmidt, Drager y Sword fueron los primeros protagonistas en el uso de sistemas de re-inhalación con absorción de dióxido de carbono.” ⁽²⁾ Las ventajas de esta técnica anestésica se resumieron exhaustivamente en 1924 por Ralph Waters entre las cuales se pueden mencionar la reducción de la pérdida de calor y humedad, uso económico de gases anestésicos y reducción de la contaminación dentro del quirófano.

La introducción de agentes anestésicos altamente explosivos como el acetileno y el ciclopropano estimuló la adopción de la técnica de re-inhalación con el sistema de absorción de CO₂; Sin embargo el desarrollo del tricloroetileno que es incompatible con la cal sodada y del halotano junto con el pobre desempeño de los controles de flujo de gas fresco provocó que la anestesia a flujos bajos fuera en gran parte abandonada, es por esa razón que el uso de altos flujos de gas fresco se convirtió así, en una práctica rutinaria en muchos países. Tal como lo menciona Mychaskiw G. ⁽³⁾ “En la tradición que todo lo antiguo es nuevo otra vez”, la anestesia a flujos bajos ha tomado un fuerte resurgimiento en los últimos años esto debido a factores económicos, ambientales, al avance en la tecnología de monitoreo y por la introducción de «nuevos» pero costosos gases anestésicos inhalados, por esta razón,

es que se realiza una revisión de los estudios internacionales relacionados a la presente investigación, los cuales se muestran a continuación:

Leonardo A. en su estudio realizado en enero del año 2001 a junio del año 2005 en el Centro Quirúrgico del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, en Lima, Perú, donde él se planteó la siguiente interrogante “¿usan las instituciones adecuadamente los escasos recursos que disponen?”, sus objetivos fueron: establecer los consumos y costos del Oxígeno, Isoflurano y Sevoflurano; medir la disminución de la contaminación ambiental; medir la temperatura de los gases inspirados; medir el tiempo del despertar y establecer el perfil oxigenatorio y hemodinámico. Teniendo como resultados que los costos de la hora de anestesia con Isoflurano disminuyeron del 100% (con 4 lts/minuto), a 32.9% (con 1 L/minuto) y a 26.8% (con 0.5 lts/minuto) con porcentajes de ahorro de 0%, 67.1% y 73.2% respectivamente. Con Sevoflurano disminuyeron del 100% (con 4 lts/minuto), a 38.4% (con 1 L/minuto) y a 25.9% (con 0.5 lts/minuto) con porcentajes de ahorro del 0%, 61.6% y 74.1% respectivamente. La cantidad de isoflurano eliminado al quirófano disminuyó, de 1.26 MAC (con 4 lts/minuto), a 0.72 MAC (con 1 L/minuto) y a 0.46 MAC (con 0.5 lts/minuto). Cuando se redujo el flujo de 4 a 1 y de 4 a 0.5 lts/minuto, la eliminación cayó a un 56.7% y 36.2%, con una disminución de la contaminación del 43.3% y 63.8% respectivamente. El despertar fue independiente del flujo pero dependiente del tipo de agente anestésico, con Isoflurano fue de 11.63 min y con Sevoflurano 8.57 min.”⁽⁴⁾

Gastón M. y colaboradores en su estudio realizado en el Hospital Clínico Francisco Viedma de la Ciudad de Cochabamba, Bolivia en el periodo de octubre del año 2007 a enero del año 2008, en donde sometieron a anestesia general balanceada a flujos bajos de oxígeno con halotano. “Los resultados obtenidos concluyeron que, el tiempo en el que se alcanza 1.1 en la Fet. del analizador de gases fue de 6.28 min \pm 1.73, observándose las alteraciones hemodinámicas bajo la técnica de flujos bajos de oxígeno fueron muy pequeñas, el tiempo de extubación posterior al último punto de sutura fue de 4.46 \pm 1.2, en cuanto al tiempo en que el paciente

alcanza la puntuación de 10 en la escala de Aldrete en la sala de recuperación fue de 5.75 min \pm 4.2, la cantidad utilizada de halotano líquido fue de 7.68ml \pm 0.58 en la primera hora y de 5.25ml para la segunda hora de cirugía y en base al cuestionario realizado en el post anestésico, se pudo evidenciar que ninguno de los pacientes hizo referencia a despertar intraoperatoria.”⁽⁵⁾

Ruiz S.C. y colaboradores, realizaron un estudio en la Unidad de Neuroanestesia del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, Perú, en el periodo de abril a junio del año 2008 donde evaluaron el costo beneficio del uso de flujos bajos de oxígeno en comparación con flujos medios de oxígeno en anestesia neuroquirúrgica, la población de estudio estuvo integrada por pacientes con las cuatro patologías neuroquirúrgicas más frecuentes: aneurismas cerebrales, tumores supra e infratentoriales, patología de columna vertebral e hidrocefalia, programadas como cirugías electivas. “Como conclusiones ellos obtuvieron que no se encontró hipercarbia en ninguno de los grupos estudiados; por tanto, el uso de flujos bajos, comparado con el de flujos medios, no causa hipoxia. Al evaluar la concentración alveolar mínima (MAC), los valores hallados en el grupo de flujos bajos y en el grupo de flujos medios son inferiores a 1.5, lo que no afecta la autorregulación cerebral.”⁽⁶⁾

“Fátima V. En su estudio realizado en el año 2009 donde usaron Sevoflurano para cirugía electiva con flujos bajos de oxígeno en anestesia general de 40 pacientes en el Hospital Oscar Danilo Rosales de Nicaragua, con el objetivo de disminuir la contaminación anestésica en las salas de operaciones y valorar el margen de seguridad y las respuestas del paciente, con uso de la mezcla de gases a flujos bajos. De las 40 pacientes que fueron operadas y anestesiadas, la signología clínica se mantuvo dentro de los valores normales, al igual en el transquirúrgico se manejó una anestesia satisfactoria por lo cual se asegura que ésta técnica es segura y eficaz.”⁽⁷⁾

En Santo Domingo, República Dominicana, en el año 2010 en el Hospital Central Fuerzas Armadas se realizó un estudio titulado Anestesia de bajo flujo de

oxígeno: La eficacia y los resultados de la mascarilla laríngea frente a la presión del tubo ETT con manguito optimizado. El objetivo de este estudio fue evaluar la viabilidad de la mascarilla laríngea durante la ventilación controlada con bajo flujo de gas fresco (1,0L/min) en comparación con el tubo ETT. “Teniendo como resultados: dos pacientes con fuga inicial en el grupo de máscara laríngea representados en (6,9%) frente a ningún paciente en el grupo de tubo ETT. Tos y dolor de garganta fue significativamente mayor en los pacientes ETT. No se encontraron evidencias de diferencias entre ambos grupos respecto a ETCO₂; la absorción de gases, ni la dificultad para deglutir. Concluían que: La mascarilla laríngea ha demostrado ser eficaz y segura en el establecimiento de un sello hermético durante la ventilación controlada con bajo flujo de gas fresco de 1 L/min.”⁽⁸⁾

Por último Fernando A, realizó un estudio titulado: Efectos del sevoflurano en anestesia flujo bajo de oxígeno sobre la función renal, realizado en Lima Perú, impulsado por la Universidad Nacional Mayor de San Marco en el año 2010. Planteaban como objetivo del estudio evaluar si el sevoflurano a flujos bajos produce daño en la función renal ya que al ponerse en contacto con la cal sodada produce la formación de Compuesto A, que es la sustancia responsable de daño renal en ratas de laboratorio. “De los resultados se puede concluir que; el uso de anestesia general con sevoflurano a flujo bajo no produce alteración de la función renal, siendo esta una técnica poco aprovechada debido a que los aparatos de anestesia debe cumplir requerimiento técnicos determinados, también por criterio impuesto de que la utilización de altos flujos empleados habitualmente en anestesia alcanza una mayor seguridad para el paciente y finalmente por la falta de los conocimientos necesarios del anestesiólogo para el uso de esta técnica.”⁽⁹⁾

Mediante la búsqueda de información realizada por el grupo investigador en diferentes fuentes bibliográficas se concluyó que; en El Salvador no existen estudios similares respecto a la problemática en estudio.

1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

De la problemática planteada anteriormente se formula la siguiente interrogante de investigación:

¿Cuál es la efectividad de la anestesia general a flujos bajos con sevoflurano en pacientes de colecistectomía por videolaparoscopia, Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios”, San Miguel, año 2019?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La anestesia es un proceso dinámico que está sujeta a constantes cambios, está busca proveer hipnosis, analgesia, protección neurovegetativa y relajación muscular, en donde el principal objetivo es proporcionar un cuidado óptimo al paciente sometido a cirugía.

Estamos inmersos en un proceso de globalización en donde el rol del anestesista debe ser el de un gran planificador, utilizando estrategias en la toma de decisiones para disminuir los costos y maximizar los beneficios de los procedimientos anestésicos, es por esa razón que la anestesia a flujos bajos ha tomado un fuerte resurgimiento en los últimos años, debido a factores económicos, ecológicos y a la modernización en la tecnología de monitorización. Es así que con la llegada de diferentes máquinas de anestesia modernas al medio, entre ellas la Máquina de Anestesia Mindray A5 en el Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios” de San Miguel, específicamente establecidas en salas centrales de dicho nosocomio, la disponibilidad de una completa monitorización de los gases y vapores anestésicos, la utilización constante de agentes inhalatorios ventajosos pero caros como el sevoflurano y debido a la limitante en el uso de los recursos sanitarios, especialmente en los países en vías de desarrollo como El Salvador.

Este estudio pretende obtener información basada en la evidencia sobre la efectividad de la anestesia general a flujos bajos de oxígeno y así beneficiar a los pacientes sometidos a cirugía de colecistectomía por videolaparoscopia.

Al finalizar, se espera que los resultados sean beneficiosos a corto y mediano plazo, productivos con los objetivos buscados, haciendo así una contribución a la salud para los profesionales y estudiantes de Licenciatura en Anestesiología e Inhaloterapia, que quieran hacer uso de dicha técnica anestésica; utilizando los recursos que actualmente cuenta la institución.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Valorar la efectividad de la anestesia general a flujos bajos con Sevoflurano en pacientes de Colectectomía por Videolaparoscopia del Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios”, San Miguel.

1.4.2 Objetivos Específicos

Identificar el grado de humidificación y temperatura de los gases en la anestesia a flujos bajos.

Determinar el tiempo de recuperación de la anestesia general a flujos bajos con sevoflurano.

Estimar el consumo de oxígeno y sevoflurano por procedimiento anestésico.

Verificar la presencia de gases anestésicos en el ambiente del quirófano posterior al procedimiento quirúrgico.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANESTESIA GENERAL BALANCEADA

La introducción de la anestesia general en la práctica clínica hace más de 150 años subsiste como una de las innovaciones trascendentales en la medicina. El descubrimiento facilitó el desarrollo de la cirugía actual, como consecuencia de la especialidad de la anestesiología.

“La anestesia general se define clásicamente como una depresión farmacoinducida y reversible del SNC que resulta en la pérdida de la respuesta y la percepción de todo estímulo externo, conseguida mediante la administración de agentes intravenosos o inhalados,”⁽¹⁰⁾ se compone de cuatro cualidades básicas que son la hipnosis, analgesia, relajación muscular y protección autonómica, a su vez, el acto anestésico se puede dividir en inducción, mantenimiento y educación o despertar del estado de inconsciencia, la anestesia general balanceada se alcanza mediante el uso y combinación de fármacos individuales en bajas dosis en lugar de utilizar un solo fármaco a una dosis alta. “La reducción de las dosis de fármacos causa una disminución de los efectos secundarios indeseables; en general, la anestesia está sujeta a menos fluctuaciones.”⁽¹¹⁾

“En 1850 John Snow, un médico inglés reconoció que una cantidad considerable del agente anestésico inhalado empleado, se exhalaba sin ser intercambiado por el paciente, este hecho le llevó a demostrar que el efecto de los anestésicos inhalados podía prolongarse mediante la reinhalación de estos vapores no intercambiados utilizando hidróxido de potasio con absorción de CO₂.”⁽³⁾

Aunque la técnica anestésica de flujos bajos de oxígeno no es nueva, su empleo no es habitual en la práctica cotidiana, a pesar de que los grandes avances logrados en el campo de la electrónica aplicada en medicina que ha permitido el desarrollo de nuevas máquinas de anestesia y monitores que permiten administrar

dosis precisas de vapores anestésicos y emplear flujos de gases bajos, entonces ¿Por qué no retomarla si contamos con una máquina de anestesia con monitorización suficiente, diseñada para la administración de anestesia a flujos bajos de forma segura?. Entre los numerosos factores que pueden explicar esta situación podemos citar uno muy importante el cual es: la carencia de entrenamiento en el uso de la técnica a flujos bajos de oxígeno.

Todas las personas experimentan ansiedad e inseguridad ante los cambios, de modo que no es difícil entender que los profesionales de esta rama de la medicina, acostumbrado a trabajar con flujos de gases medios y altos le ocurra lo mismo cuando se le sugiere que utilicen la técnica con flujos bajos de oxígeno, porque esto significa apartarlo de su manera habitual de trabajo y obligarlo a revisar algunos conocimientos de fisiología y farmacología que si bien son simples, implican algunos cambios respecto a conceptos muy arraigados en el profesional, por consiguiente antes de describir la técnica anestésica de flujos bajos revisaremos algunos principios generales para poder explicar mejor el método.

2.2 FARMACOLOGÍA DE LOS ANESTÉSICOS INHALADOS

Los anestésicos inhalados más utilizados en la actualidad son moléculas de hidrocarburos halogenados, entre los cuales se encuentran con nombre genérico cómo enflurano, isoflurano, sevoflurano y desflurano, que en su forma se comercializan como líquidos volátiles para ser administrados en forma de gas o vapor por las vías respiratorias.

“El estudio de la farmacología se divide en dos grandes campos: la farmacocinética y la farmacodinamia. La primera estudia el comportamiento cinético de un medicamento dentro del organismo. Ella estudia la forma como el medicamento se absorbe, distribuye, transforma y se elimina, dicho en otras palabras, la farmacocinética trata sobre «lo que el cuerpo le hace al fármaco». La farmacodinamia

estudia los cambios que provoca el medicamento en el organismo, es decir, que trata «lo que el fármaco le hace al organismo».” (12)

2.2.1 Farmacocinética

Los anestésicos inhalados difieren mucho de casi todos los demás fármacos terapéuticos porque son gases que se administran por la vía inhalatoria, y su dosificación se regula mediante un vaporizador. “En 1950 Kety fue el primero en examinar la farmacocinética de los fármacos inhalados de manera sistemática, estos agentes son administrados para conseguir una concentración en el sistema nervioso central (SNC) que es el sitio efector del fármaco, es decir que para conseguir un buen plano anestésico es necesario primero saturar el SNC.” (10)

Captación: “Cuando se abre el flujo de gas fresco (FGF) y el vaporizador el agente anestésico pasa desde la máquina de anestesia hacia el circuito respiratorio que lo conforma la bolsa, mangueras, canastilla del absorbente y tubería, en virtud del movimiento de gases que genera la ventilación pulmonar, el caudal de gases en el cual ha sido diluido el vapor anestésico se moviliza hasta el alvéolo pulmonar; luego, por movimiento de difusión pasiva, atraviesa la membrana alvéolo-capilar para llegar a la circulación pulmonar, donde se diluye en la sangre. El movimiento de la sangre que origina la bomba cardiaca lo conduce hasta la circulación sistémica y luego, es llevado al cerebro donde es captado por el tejido para ejercer su acción.” (13)

“La concentración fraccional del anestésico que sale del circuito se designa como F_i (fracción inspirada) y la concentración fraccional del anestésico presente en los alvéolos es la F_A .” (10)

En la anestesia inhalatoria, el primer objetivo es transportar el anestésico desde el vaporizador y el circuito anestesia hasta la vía aérea del paciente. Como el movimiento de los gases se debe a un gradiente de presión entre los compartimentos,

el primer objetivo se cumple si se alcanza una concentración adecuada del anestésico en la mezcla de gas que se ubica en la rama inspiratoria del circuito respiratorio.

“La concentración inhalada del agente anestésico, que generalmente se expresa en mililitros de vapor anestésico por cada 100 mililitros de gas de mezcla inspirada (volúmenes por ciento: Vol. %), depende de dos factores: la dosificación del agente anestésico en el vaporizador (dial del vaporizador) y del flujo de gases frescos que se está administrando (flujómetros).” ⁽¹³⁾

Después; se debe cumplir el segundo objetivo, que es, facilitar el paso del agente anestésico desde la vía aérea hacia los alvéolos. La velocidad con la cual el anestésico pasa desde la vía aérea hacia el alvéolo depende de la fracción inspirada y de la ventilación alveolar. “Al iniciar la administración de un agente anestésico inhalado, los alvéolos no poseen ninguna molécula de anestésico y por tanto el valor de la fracción espirada es igual a cero. Luego, a medida que la concentración alveolar del anestésico va aumentando, la fracción espirada también empieza a ascender con cada ciclo respiratorios, sin llevar a igual el valor de la fracción inspirada, pero estableciendo una determinada proporcionalidad con la misma.” ⁽¹³⁾

En condiciones normales, la membrana alvéolo-capilar no representa ninguna limitación para el paso del agente anestésico inhalado. Como el anestésico tiene una presión parcial más alta en el alvéolo que en la sangre, difunde a través de la membrana alvéolo-capilar desde el alvéolo hacia el capilar pulmonar. Cuando se llega al estado de equilibrio ambas presiones se igualan y el flujo de moléculas cesa.

Si se mantienen constantes la fracción inspirada y la ventilación alveolar, aproximadamente en 10 min; se habrá alcanzado la máxima concentración posible dentro del alvéolo, concentración que es específica para cada agente anestésico. “Dicha diferencia entre la fracción inspirada y la concentración alveolar máxima alcanzada se conoce como gradiente boca-alveolo.” ⁽¹³⁾

“Este gradiente se genera y se mantiene porque la mezcla de gases en el alvéolo contiene una presión parcial de vapor de agua y de Dióxido de Carbono muchas veces más alta que la mezcla de gases en la boca y porque el anestésico pasa continuamente desde el alvéolo hacia el torrente sanguíneo. Dado que la concentración alveolar del vapor de agua y del Dióxido de Carbono oscila dentro de unos rangos muy estrechos, el gradiente boca-alvéolo es directamente proporcional a la solubilidad específica de cada agente anestésico inhalado.”⁽¹³⁾ Esto quiere decir que a mayor solubilidad del anestésico en sangre el gradiente boca-alvéolo es mayor y viceversa.

El gradiente alvéolo-boca explica el comportamiento de la curva que muestra la relación F_A/F_i . También ayuda a comprender por qué durante el estado de equilibrio la concentración espirada que registra el analizador de gases anestésicos no es igual a la concentración inspirada del mismo y siempre mantiene una diferencia, que es proporcional al gradiente boca-alvéolo.

Distribución: A medida que pasa el tiempo, el vapor que está diluido en la sangre pasa desde la circulación pulmonar hacia la circulación sistémica y esto hace que los tejidos corporales se vayan saturando con el vapor anestésico que viene disuelto en la sangre arterial.

El sistema vascular suministra sangre a tres grupos fisiológicos de tejidos: el grupo rico en vasos (GRV), el grupo muscular y el grupo adiposo. Los tejidos del SNC del GRV se designan como tejidos con efecto deseado. Los otros tejidos del GRV que comprenden el compartimiento se denominan tejidos con efectos indeseados. Los tejidos de los grupos musculares y adiposos son tejidos de acumulación. “El anestésico llega con más rapidez al GRV por el flujo sanguíneo elevado. Ahí se difunde según los gradientes de presión parcial.”⁽¹⁰⁾

La concentración del anestésico inhalado en un tejido determinado en un tiempo particular durante la administración depende no solo del flujo sanguíneo

hístico, también de la solubilidad del tejido, que regula cómo se dividen los anestésicos entre la sangre y el tejido. “La partición depende de la solubilidad relativa del anestésico en cada compartimiento. Estas solubilidades se expresan mediante un coeficiente de partición, que es el cociente del gas disuelto (por volumen) en dos compartimientos hísticos en equilibrio.” ⁽¹⁰⁾

“Entonces, el coeficiente de partición de un agente anestésico, expresa la proporción de un gas que está presente en la fase sanguínea cuando se administra el agente anestésico a una atmósfera de presión y a 37°C en la fase gaseosa.” ⁽¹³⁾

A medida que pasa el tiempo, el vapor que está diluido en la sangre pasa desde la circulación pulmonar hacia la circulación sistémica y esto hace que los tejidos corporales se vayan saturando con el vapor anestésico que viene disuelto en la sangre arterial, mientras que la sangre venosa que sale de estos órganos se mezcla antes de retornar corazón y desde allí vuelve al capilar pulmonar con cierta cantidad de agente anestésico, lo cual disminuye el gradiente presión alvéolo-capilar.

En consecuencia, a medida que el gradiente de concentración entre la sangre venosa y el gas del alvéolo se disminuye también se reduce la velocidad con la cual el anestésico va pasando desde el alvéolo hacia la sangre. “Cuando las concentraciones en la sangre venosa mixta y en la sangre arterial se igualan, se puede inferir que los tejidos se encuentren completamente saturados; por tanto, la captación del agente en los tejidos es mínima o inexistente.” ⁽¹³⁾

Metabolismo y eliminación: Cuando se suspende la administración del agente anestésico inhalado, se inicia un proceso que es similar pero inverso al que se ha descrito anteriormente. El agente anestésico pasa desde los tejidos hacia el torrente sanguíneo; luego, desde la sangre hacia los alvéolos; por último, es eliminado del organismo hacia el medio ambiente gracias al movimiento de los gases que genera la ventilación pulmonar.

“Los anestésicos inhalatorios pueden ser eliminados del organismo por dos mecanismos: mediante la eliminación por la vía pulmonar y la excreción por otras vías (renal, intestinal) después de haber sido metabolizados. La cantidad de anestésico eliminada por el cuerpo mediante el metabolismo es pequeña si se le compara con la cantidad eliminada por los pulmones, excepción hecha en el caso del halotano. Los anestésicos halogenados que se metabolizan en distinta proporción por oxidación enzimática hepática con el citocromo P450, da lugar a compuestos hidrosolubles que se pueden eliminar por el riñón.”⁽¹⁴⁾

2.2.2 Farmacodinamia

Mecanismo de acción: Se conoce que los anestésicos halogenados actúan, tanto a nivel de la médula espinal como en el cerebro, el tálamo juega un papel primordial en la inconsciencia producida por estos anestésicos. Parece que los halogenados actúan, entre otros lugares, sobre:

- “Los canales iónicos de K^+ , Na^+ y Ca^{++} , activados por voltaje, ATP o Ryanodine, alterando su excitabilidad, comportamiento y fisiología.
- El receptor GABAA (γ -aminobutírico tipo A), aumentando la permeabilidad celular al calcio, que produce una hiperpolarización de la célula, con aumento de la inhibición celular y tendencia a la sedación.
- Los receptores nicotínicos y glutamato NMDA, aumentando la permeabilidad al calcio. Esta acción tiene que ver con la memoria de asociación y con la percepción del dolor (nocicepción).
- Los receptores de la serotonina, produciendo un aumento de la excitación por inhibición de la corriente lenta del K^+ , que juega un papel en el desarrollo de emesis tras la anestesia.
- Los Glutamato NMDA y AMPA/Kainato, en los que producen inhibición del Mg^{++} , que tiene relación con la percepción dolorosa, la memoria y el aprendizaje.

Sin embargo, las principales acciones de los anestésicos inhalatorios no pueden explicarse por la depleción o no de un único neuromodulador en el SNC (acetilcolina, catecolaminas, serotonina, adenosina, GABA, nucleótidos cíclicos, glutamato, opiáceos endógenos y calcio). Probablemente la anestesia resulta de un estado de equilibrio entre muchos sistemas neuromoduladores diferentes, con una posible acción única a nivel molecular (regiones celulares hidrófobas y polares) y con proteínas neuronales.” ⁽¹⁵⁾

Potencia anestésica: “En los años 65, Eger y sus colaboradores idearon una forma de medir la potencia en este tipo de fármacos: en español se conoce comúnmente con la sigla CAM (Concentración Alveolar Mínima), o en inglés MAC. La CAM no es concentración plasmática, no es el número que debemos poner en el dial de nuestro vaporizador y tampoco es la presión parcial de gas aportada, tampoco es el nivel en el que un paciente está bien anestesiado. ⁽¹⁶⁾

“Un agente anestésico puede presentar diferentes curvas concentración-efecto según el estímulo que se desee bloquear. Para el sevoflurano se han definido las siguientes CAM:

CAM 50: Concentración Alveolar Mínima requerida para lograr la inmovilidad en el 50% de los pacientes, ante un estímulo quirúrgico a una atmósfera de presión. Una CAM de sevoflurano equivale a una concentración alveolar de 2 Vol. %.

CAM 95: También conocido como CAM Quirúrgico. Es la Concentración Alveolar Mínima requerida para lograr inmovilidad en el 95% de los pacientes ante un estímulo quirúrgico, se logra a 1,3 CAM, lo cual corresponde a una concentración alveolar de 2,6 Vol. %.

CAM BAR: Concentración Alveolar Mínima requerida para bloquear la respuesta neurovegetativa en el 95% de los pacientes el cual se logra con

aproximadamente 1.9-2 CAM, que equivale a una concentración alveolar de aproximadamente 4 Vol. %.

CAM INTUBACIÓN: Concentración Alveolar Mínima requerida para evitar el movimiento y la tos durante o inmediatamente después de la intubación orotraqueal en el 95% de los pacientes, el cual se logra con 2,25 CAM, lo que corresponde a una concentración alveolar de 4,5- 5 Vol.%.

CAM EXTUBACIÓN: Concentración Alveolar Mínima requerida para evitar la respuesta durante o inmediatamente después de la maniobra de extubación orotraqueal en el 95% de los pacientes. Corresponde a la concentración a la cual se previene el laringoespasma, se logra con 0,55 CAM, lo cual equivale a una concentración alveolar de 1,1 Vol. %.”

CAM DESPERTAR: Concentración Alveolar Mínima a la cual desaparece la respuesta verbal frente a un estímulo auditivo en el 50% de los pacientes. Corresponde a la concentración anestésica, en la cual se recupera la consciencia o se logra el efecto de amnesia y pérdida de capacidad de aprender. Para algunos autores corresponde a 0,33 CAM (0,67 Vol. %), para otros su valor es de 0,5 CAM (1 Vol. %). ⁽¹⁷⁾

“En la anestesia general balanceada se combinan varios grupos de fármacos junto con un opioide intravenoso y un hipnótico común intravenoso, premedicado con sedativo lo cual, hace que valores CAM de entre 0.8 y 1.2 sean suficientes para llegar a una profundidad de anestesia adecuada, por lo que no es razonable exceder estos valores, ni desde el punto de vista farmacológico ni anestesiológico.” ⁽¹¹⁾

Los valores de la CAM varían con la edad. La cifra es menor en los neonatos, alcanza su pico máximo en los lactantes y luego va disminuyendo a medida que aumenta la edad. Los valores de la CAM también pueden ser menores como consecuencia de la hipotermia, la hiponatremia, el embarazo, etc. En la práctica

clínica, también se pueden observar incrementos en el valor de la CAM secundarios a la hipertermia y al abuso de las Anfetaminas o de la Cocaína. ⁽¹³⁾

2.3 SEVOFLURANO

“El sevoflurano es un líquido volátil e incoloro, transparente a temperatura ambiente y debe almacenarse en un recipiente sellado color ámbar, de fórmula empírica C₄H₃F₇O. Sus características químicas y físicas son una presión de vapor de 160 torr a 20°C y 200 torr a 25°C; punto de ebullición a 760 torr de 58.5°C; densidad de la forma líquida 1.505 g/ml. Con CAM 2.0%.” ⁽¹⁸⁾

Su presentación comercial es un “frasco color ámbar de 250 ml” ⁽¹⁹⁾. No es inflamable ni explosivo en mezclas con aire u oxígeno. “Su presión de vapor moderada permite el uso de un vaporizador convencional de derivación variable.” ⁽²⁰⁾ “La cal sodada también puede degradar el sevoflurano. Uno de los metabolitos intermedios es un éter vinílico de fluorometil-2,2-difluoro-1-[trifluorometilo] conocido también como Compuesto A. El cual, ha demostrado ser neurotóxico en ratas, pero no se ha experimentado ninguna disfunción orgánica asociada a su empleo clínico en los humanos.” ⁽¹⁴⁾

Usos clínicos: “El sevoflurano se usa ampliamente, en particular para anestesia extra-hospitalaria o ambulatoria, por su perfil de recuperación rápida y porque no irrita las vías respiratorias.” ⁽²¹⁾

EFFECTOS POR SISTEMAS:

“Aparato cardiovascular: El sevoflurano ocasiona disminución de la tensión arterial y del gasto cardiaco que dependen de su concentración (causada por vasodilatación sistémica). Dicho anestésico no ocasiona taquicardia y por ello puede ser un agente preferible en individuos con predisposición a mostrar isquemia del miocardio.

Aparato respiratorio: El sevoflurano deprime la respiración. El anestésico no irrita las vías respiratorias y es un broncodilatador potente; como consecuencia, es el broncodilatador clínico más eficaz entre los anestésicos por inhalación.

Sistema nervioso: El sevoflurano produce un ligero incremento en el flujo sanguíneo cerebral y en la presión intracraneal con normocapnia. Las concentraciones elevadas de sevoflurano alteran la autorregulación del flujo sanguíneo cerebral durante un evento de hipotensión hemorrágica. Disminuye los requerimientos metabólicos cerebrales de oxígeno y no se ha comunicado actividad convulsiva. En los niños el sevoflurano se acompaña de delirio al recuperar la conciencia después de la anestesia, que es breve, y con él no se han señalado secuelas adversas a largo plazo.

Músculo: El sevoflurano relaja el músculo de fibra estriada e intensifica los efectos de los agentes de bloqueo neuromuscular no despolarizantes y despolarizantes.

Riñones: Persiste la controversia sobre la posible nefrotoxicidad del compuesto A, producido por la interacción del sevoflurano con la cal sodada que absorbe CO₂. En voluntarios humanos se han señalado datos bioquímicos de lesión renal transitoria. Los grandes estudios clínicos no han aportado pruebas de incremento de la creatinina sérica, del nitrógeno ureico en sangre u otros signos de disfunción renal después de la administración de sevoflurano.

Hígado y aparato digestivo: No se sabe que el sevoflurano origine hepatotoxicidad ni alteraciones en las pruebas de función hepática.

Entre las contraindicaciones: Incluyen hipovolemia intensa, susceptibilidad a hipertermia maligna e hipertensión intracraneal.”⁽²¹⁾

Advertencia del uso de sevoflurano en flujos bajos: “Estudios en animales y humanos demuestran que sevoflurano durante más de dos horas CAM; con una velocidad de flujo del gas fresco menor de 2 l/min puede estar asociada con proteinuria y glucosuria. El nivel de exposición al Compuesto A con el cual, se observa nefrotoxicidad no se ha establecido. Tenga en cuenta todos los factores que conducen a una exposición al Compuesto A en humanos, especialmente duración de la exposición, velocidad de flujo del gas fresco y concentración de sevoflurano. Para minimizar la exposición al Compuesto A se debe ajustar la concentración inspirada de sevoflurano y la velocidad de flujo del gas fresco. Se recomienda que la exposición a sevoflurano con una velocidad de flujo de 1 a 2 l/min no supere las dos horas CAM”⁽²²⁾. El uso de sevoflurano a bajos flujos parece ser tan seguro como el uso de desflurano o isoflurano en pacientes sin daño renal previo. “No parece haber correlación entre la presencia de compuesto A y la elevación de biomarcadores renales, ya que estos también se elevan en igual proporción con el uso de isoflurano a bajos flujos y sevoflurano a altos flujos. Además, otros factores diferentes al compuesto A, como la hipoperfusión renal, pueden ocasionar enzimuria”.⁽²³⁾

2.4 CIRCUITOS EN ANESTESIA

Llamamos circuito anestésico al sistema que permite conducir la mezcla de gas fresco hasta el sistema respiratorio del paciente y evacuar los gases espirados o, en su caso, recuperarlos para administrarlos de nuevo. Existen numerosos circuitos anestésicos, pudiendo ser agrupados de diversos modos que caen fuera de los objetivos de este tema, ya que los circuitos utilizados para la práctica de la anestesia con flujos bajos son los circuitos circulares, pero para conocimiento general distinguiremos tres grandes categorías de sistemas anestésicos.

“Los sistemas sin reinhalación: Estos sistemas llevan una válvula de no reinhalación, que dirige los gases frescos en las vías aéreas y expulsa los gases espirados al aire ambiente. Permiten la ventilación espontánea, asistida y controlada. El máximo representante de este sistema es la válvula Ambú®.”⁽¹⁵⁾

“Los sistemas con reinhalación sin absorción de CO₂: Los sistemas con reinhalación de los gases espirados no depurados en CO₂ o sistemas semiabiertos, son los que entran en la clasificación de Mapleson, que agrupa cinco sistemas (A-E), a los cuales Willis y sus colegas han añadido un sistema F que corresponde, según la localización del punto de salida de los gases al exterior, al sistema de Jackson-Rees o al sistema de Kuhn. Estos son los sistemas en línea funcionando en vaivén y desprovistos del absorbedor de CO₂, de válvulas unidireccionales y de válvulas de no reinhalación.” ⁽¹⁵⁾

“Los sistemas con reinhalación y absorción de CO₂: Este sistema previene la reinhalación de anhídrido carbónico mediante su absorción por cal sodada, pero permite la reinhalación parcial del resto de gases espirados a los que se aporta el oxígeno y los anestésicos consumidos por el paciente por medio de un flujo de gas fresco (FGF).” ⁽¹⁵⁾

2.4.1 Circuito Circular

El circuito circular (CC) es el más ampliamente utilizado en la actualidad como circuito principal en las mesas de anestesia. Se denomina así porque sus componentes están dispuestos de forma circular y en su interior el flujo de gas es unidireccional. Permiten la anestesia con un flujo bajo de gas fresco, en circuito cerrado o casi cerrado. “Así, en un CC completamente estanco se puede reducir progresivamente el FGF hasta alcanzar un volumen de gas equivalente al que capta el paciente en un momento dado de la anestesia general.” ⁽¹⁵⁾ Entre los componentes del circuito circular o cerrado tenemos: Una entrada común de gas fresco, una rama inspiratoria y espiratoria con válvula unidireccional, el circuito de ventilación espontánea o manual con bolsa reservorio, un conjunto de ventilación mecánica que incluye fuelle, bolsa o pistón, la válvula APL o de sobrepresión para ventilación espontánea o manual, la válvula limitadora de presión para ventilación mecánica, una válvula de escape para gases residuales y un absorbedor de CO₂.

2.5 COMPORTAMIENTO DE LOS GASES EN EL CIRCUITO CIRCULAR

Los anestésicos y gases inhalados durante una anestesia con bajos flujos de oxígeno tienen un comportamiento dinámico, es decir, son variables en el tiempo. El oxígeno se consume y el CO₂ se produce y elimina. Los anestésicos halogenados son líquidos volatilizados en el vaporizador de la estación de trabajo, entran al torrente circulatorio vía alvéolo-capilar por gradiente de presión, actúan en el sistema nervioso central y se metabolizan unos, se eliminan otros en porcentajes en general muy bajos, se redistribuyen y algunos vuelven al exterior por vía inhalatoria con un gradiente de presión de signo contrario.

2.5.1 Consumo de Oxígeno

Aparte de mantener un clima en el tracto respiratorio que se adapta mejor a las condiciones fisiológicas, el uso de técnicas de flujo bajo también permite que el importante parámetro del consumo de oxígeno sea vigilado o al menos estimado. El consumo de oxígeno de los pacientes durante la anestesia corresponde a su consumo metabólico y puede suponerse que es más o menos constante. “Ya en 1945, Samuel Brody realizó extensos estudios sobre la energía y el consumo de oxígeno, tanto en animales como en seres humanos. Desarrolló su fórmula, la cual se sigue usando hoy habitualmente:

$$\underline{VO_2 = 10 \times KG [kg]^{3/4}}$$

Donde VO₂ = consumo de oxígeno y KG [kg] = peso corporal en kilogramos.

En los años siguientes, esta fórmula fue mejorada por diversos autores y se aplicó a la superficie del cuerpo, los compartimientos corporales y la edad. ⁽¹¹⁾

La regla de oro es que el gasto de oxígeno en ml/min se corresponde aproximadamente a:

$$\underline{VO_2 = 3.5 \times KG [ml/min].}$$

2.5.2 Consumo Metabólico de Gas Anestésico

El consumo metabólico de gas anestésico se basa en la farmacocinética y la dinámica del anestésico volátil utilizado. “El consumo metabólico del agente de inhalatorio, asumiendo una composición constante de gas en el sistema anestésico, cae exponencialmente a lo largo de la anestesia.

De acuerdo con la fórmula de Lowe, es proporcional a la concentración deseada y a la solubilidad del anestésico, y al gasto cardíaco:

$$\underline{V_{AN} = f \times MAC \times \lambda_{B/G} \times Q \times t^{1/2} \text{ [ml/min]}}$$

Donde VAN = consumo de anestésicos inhalatorios (consumo de gas anestésico) en ml/min. fxCAM = concentración de anestésico espiratorio deseada en función de la concentración mínima alveolar del anestésico elegido (p. ej., 0.8 × CAM). λ B/G = coeficiente de solubilidad sangre-gas. Q = gasto cardíaco (dl/min)

El consumo metabólico de gas anestésico es más o menos constante debido a que los compartimentos del paciente pueden considerarse como saturados. El factor crucial para determinar el efecto real de la anestesia es la concentración objetivo en el compartimento del efecto: el cerebro, es importante la elección de un agente anestésico volátil adecuado, para el cual la farmacodinámica y la farmacocinética relevantes deben ser tenidas en cuenta.” ⁽¹¹⁾

2.5.3 Dióxido de Carbono

El CO₂ no se consume, sino que se produce en el proceso de la respiración y debe ser eliminado de la mezcla gaseosa del circuito circular que luego será inhalada. “El CO₂ puede ser eliminado:

- Por lavado con flujo de gases frescos adecuado.
- Por absorción en cal (sodada o baritada)” ⁽¹⁵⁾

Un absorbente de CO₂ equipa el circuito circular para quitar el CO₂ de la mezcla gaseosa destinada a ser administrada, proporcionando calor y agua a esta mezcla. El absorbedor es una reserva que contiene gránulos de absorbente, al contacto de los cuales la mezcla gaseosa que lo recorre es depurada del CO₂ que contiene.

El absorbente que capta el CO₂ funciona por el principio de la neutralización de un ácido (el ácido carbónico, formado por la hidratación del CO₂) por una base (los hidróxidos alcalinos). Los productos terminales de la reacción son un carbonato, el agua y el calor. El absorbente se presenta en forma de gránulos irregulares. Cuanto menores son los gránulos mayor es la superficie de exposición para la absorción, pero mayor la resistencia al flujo aéreo. “El tamaño de los gránulos oscila entre 3 a 6 mm, ya que entre estos límites la resistencia al flujo es mínima.” ⁽¹⁵⁾ El absorbente contiene un indicador coloreado que es un ácido o una base, cuyo color cambia con el pH en el momento de la formación de la sal.

“La cal sodada se compone de cerca de un 80% de hidróxido de calcio, un 4% de hidróxido de sodio, un 1% de hidróxido de potasio y un 15% de agua. El proceso de absorción se efectúa a continuación de reacciones de neutralización, primero en superficie, y después en la profundidad del gránulo. La presencia de agua es indispensable, pues las reacciones químicas que se ponen en juego por la absorción del CO₂ se desarrollan en la fase acuosa. El resultado de la reacción será la formación de carbonatos intermedios, agua y calor (18 ml de agua y 137 kcal por mol de CO₂, es decir 22.4 l de CO₂ absorbidos). La capacidad de absorción es de cerca de 15 a 20 l de CO₂/100g. de cal sodada.” ⁽¹⁵⁾

2.5.4 Constante de Tiempo

En las mesas de anestesia con circuito circular, el volumen interno determina aspectos importantes de su comportamiento. Para su cálculo, se debe conocer el volumen de sus elementos, que varía de un aparato a otro. P. ej.: dos tubos anillados

del paciente (0.9 L), circuito anestésico del aparato (0.6 L), absorbedor de cal sodada Jumbo (2 L), bolsa reservorio de 2,3 L, rellena al 75% (1.5 L), tubos conectores (0.5 L) y volumen del ventilador (0.7 L), haciendo un total de 6.2 L. El volumen total de un circuito circular es determinante de la velocidad con la que se mezclan los gases frescos con el gas espirado; es decir, de la velocidad con la que se alcanza una composición estable del gas inspirado (mezcla) cuando se modifica la composición del gas fresco.

“Volumen y constante de tiempo del circuito del sistema. La constante de tiempo describe el tiempo en el que los cambios en la configuración de la unidad de dosificación del gas llevan a un correspondiente cambio de la composición de gas en el sistema ventilatorio:

$$T = \frac{VS}{(VD - VU)}$$

Donde T = constante de tiempo. VS = volumen del sistema. VD = volumen de gas fresco suministrado al sistema. VU = volumen consumido por el paciente (consumo metabólico del paciente).

Como puede verse de la fórmula de Conway, la constante de tiempo T es proporcional al volumen del sistema VS (volumen pulmonar y de la máquina) e inversamente proporcional al volumen de gas fresco VD. De ello se deduce que, cuanto menor es el volumen circulatorio en el sistema ventilatorio y cuanto mayor sea el volumen de gas fresco suministrado, menor será la constante de tiempo resultante y más rápido experimentará el paciente cambios en el vaporizador”.⁽¹¹⁾

2.6 ANESTESIA A FLUJOS BAJOS

“Aldrete define los flujos bajos como la administración de mezclas gaseosas, desde el límite inmediatamente inferior de la ventilación alveolar por minuto, hasta el flujo requerido solamente para suplir el consumo básico de oxígeno y la absorción del agente anestésico”⁽¹⁴⁾

“Para la definición de flujos bajos nos debemos auxiliar de clasificaciones previamente descritas, entre estas las modificaciones sugeridas por Baker, la clasificación de Simionescu y plasmada posteriormente por Baxter en su revisión de flujos bajos y mínimos,”⁽²⁴⁾ la cual se puede observar a continuación:

Flujo metabólico	menor 250 mL/min
Flujo mínimo	250 a 500 mL/min
Flujos bajos	500 a 1,000 mL/min
Flujos medios	1 a 2 L/min
Flujos altos	2 a 4 L/min
Flujos muy altos	mayores a 4 L/min

“La técnica anestésica de flujo bajo está caracterizada por la velocidad de flujo de gas fresco (l/min) que se suministra al sistema ventilatorio de la unidad. El factor decisivo es que el flujo de gas fresco sea particularmente menor que el volumen minuto del paciente.”⁽¹¹⁾ Si se establece un flujo de gas fresco menor, los gases anestésicos en el aire exhalado del paciente son devueltos al paciente mediante sistemas de reinhalación cerrados o semicerrados, después de que el CO₂ haya sido químicamente unido. Esto explica el nombre "sistema de reinhalación". Como resultado de este proceso, el volumen de reinhalación aumenta consecutivamente con una reducción en el flujo de gas fresco, el volumen de gas excesivo se reduce continuamente. Siempre que el sistema esté completamente libre de fugas, el flujo de gas fresco puede reducirse continuamente al volumen de gas que el paciente está absorbiendo y metabolizando mientras está bajo los efectos de la anestesia.

2.6.1 Procedimiento Esquemático de la Anestesia a Flujos Bajos

MANEJO DE LOS FLUJOS DURANTE LA INDUCCIÓN

Durante el proceso de inducción, el volumen interno de la máquina de anestesia, el circuito y la capacidad funcional del paciente deben ser llenados con las concentraciones deseadas del anestésico. Según el circuito utilizado, el volumen

interno total típicamente excede los 5 litros; así durante la inducción podemos escoger entre dos manejos:

En el primer manejo, el flujo de gas debe exceder la ventilación minuto para eliminar la reinhalación, ya que ésta reduciría la concentración inspirada y por tanto haría más lento el proceso de inducción. Sin embargo, no hay beneficio al aumentar el flujo fresco más allá de la cantidad necesaria para eliminar la reinhalación.

En el segundo manejo, se podría aumentar la concentración en el vaporizador de 8 vol. % para el sevoflurano y utilizar flujos bajos (eje: 0.7 L/min) con una mezcla, que incluya o no al óxido nítrico, para la conducción de los mismos. Lo anterior lleva a la práctica común de cerrar el vaporizador cuando la mascarilla facial se retira para proceder a la intubación del paciente, provocando así que los gases anestésicos que se han acumulado en el circuito anestésico sean empujados al ambiente contaminando al iniciar el flujo fresco. Para reducir esto se recomienda cerrar el flujo fresco de gas durante la intubación y dejar el vaporizador abierto, ya que ante la ausencia de flujo fresco ninguno de los anestésicos son lavados hacia el ambiente y los gases que se encuentran en el circuito es preservado. (23)

Existe el concepto de «sobrepresión» que indica un aumento súbito en el dial del vaporizador hasta llegar al MAC deseado logrando así concentraciones inspiradas y espiradas equilibradas. Si consideramos que la absorción del anestésico por parte de los pulmones continúa, cuando se reduce el flujo aumenta la posibilidad de reinhalación y de que la concentración del gas disminuya, por lo cual es muy importante observar el analizador de gases anestésicos en línea y asociarlos con los datos clínicos de profundidad anestésica mostrados por el paciente. Si el valor anestésico exhalado es más bajo que el necesario para mantener la concentración anestésica deseada, un incremento en el flujo fresco de gas y/o un aumento en la concentración del vaporizador restaura la concentración deseada del anestésico. El nitrógeno constituye una parte importante del aire ambiente y de las vías aéreas y por lo tanto, debe de ser considerado en la anestesia con flujos bajos. (24)

MANEJO DE LOS FLUJOS DURANTE EL MANTENIMIENTO

La fase del mantenimiento de la anestesia es el mejor momento para reducir los flujos frescos de gas debido a que comúnmente es la fase más larga del procedimiento y a que la concentración del gas anestésico es relativamente estable. Durante ésta, se debe buscar mantener una concentración del agente anestésico al final de la espiración a un MAC de 0.8 a 1.25 para evitar el despertar transoperatorio.

A diferencia de la anestesia con los flujos altos, los cambios en la concentración del gas anestésico en los flujos bajos no se pueden lograr con un ligero cambio en el dial, por lo que para ajustar la concentración en el sitio efecto se requiere principalmente de tiempo. Sin embargo, pudiese ser necesario el uso de un pequeño bolo inhalado, mismo que se recomienda que se administre mediante un incremento en el flujo y un incremento en el vaporizador de 2 a 3 MAC, bajo observación de la Fiaa y Etaa. Un bolo inhalado se administra al poner el vaporizador a 3 MAC y al incrementar el flujo de gas fresco a 4 L/ min por 30 segundos. Posteriormente regresar el gas fresco a flujos bajos pero manteniendo el vaporizador a 25% más que el previamente establecido. El objetivo se traduciría en incrementar la Etaa a intervalos de 0.3 MAC. (24)

MANEJO DE LOS FLUJOS DURANTE LA EMERSIÓN

Durante la emersión el objetivo principal consiste en remover los gases anestésicos inhalados del paciente; los sistemas actuales hacen imposible evitar la contaminación ambiental; sin embargo, la forma en que se manejan los flujos puede reducir el impacto ambiental. Es difícil mostrar una técnica específica de cómo manejar los flujos de gas fresco. Sin embargo, habrá menos contaminación si uno puede manejar la emersión al mantener los flujos bajos hasta que el vaporizador se cierre totalmente. Es importante recordar durante la emersión que en un circuito cerrado el tiempo constante para la eliminación del gas a 0.2 L/min es cerca de 30 minutos, por lo que el vaporizador puede ser cerrado de 15 a 20 minutos antes del final de la cirugía, manteniendo así concentraciones alveolares adecuadas. Subir el FGF a 5 l/min para extubación. (24)

Algunas advertencias en la práctica de la anestesia a flujos bajos:

“Advertencia - Alarma del O₂ inspiratorio: Si con el ajuste establecido, la concentración de oxígeno inspiratorio desciende por debajo del 28 vol%, aumentar el flujo de gas fresco de oxígeno a 2.0 l/min, Comprobar la existencia de fugas en el sistema, Comprobar la veracidad de la medición de oxígeno.

Advertencia - Flujo de gas fresco demasiado bajo: El volumen minuto disminuye, la presión máxima en las vías aéreas disminuye, la máquina activa la alarma de gas fresco, la bolsa reservorio se colapsa, Llenar el sistema ventilatorio aumentando el flujo de gas fresco a 2 l/min durante aproximadamente un minuto, Buscar por fugas (orificio en el circuito ventilatorio, bolsa reservorio, válvulas, máscara, fijación correcta del absorbedor de CO₂). Si no se puede reparar la fuga, aumentar el flujo de gas fresco con oxígeno al 100% a 2 l/min.” ⁽¹¹⁾ Es fundamental emplear cal sodada nueva: Observar la concentración inspiratoria de CO₂ y la cal sodada. Si la concentración inspiratoria de CO₂ aumenta, significa que debe cambiarse la cal sodada.

2.6.2 Efectos de la Reducción del Gas Fresco

Cuando se utiliza un alto flujo de gas fresco, la composición del gas fresco corresponde a la encontrada en el sistema de circuito (flujo de gas fresco > volumen minuto). En el caso de la anestesia con un alto flujo de gas fresco, los cambios en la composición del gas fresco conducen a cambios rápidos y similares en la concentración inspiratoria y espiratoria de anestésicos en el sistema de anestesia.

“La reducción del flujo de gas fresco cambia la composición de los gases en el sistema de circuito en comparación con la composición del gas fresco. Además, con un bajo flujo de gas fresco, un cambio en la composición de gas del sistema de circuito provoca un cambio muy retrasado y lento en la concentración inspiratoria y espiratoria de anestésicos.” ⁽¹¹⁾ En consecuencia, la constante de tiempo es inversamente proporcional al flujo de gas fresco. Esto se aplica a las máquinas de anestesia, que

dosifican de acuerdo con el gas fresco, cuando se utilizan como sistemas semicerrados, por ejemplo, con anestesia de flujo mínimo y flujo bajo o con anestesia no cuantitativa en un sistema cerrado.

En particular, al final de la anestesia, este efecto puede ser utilizado deteniendo el suministro de agente anestésico cerrando el vaporizador aproximadamente de 10 a 15 minutos antes del final de la operación. Debido a la larga constante de tiempo del bajo flujo de gas fresco, solamente se produce un ligero descenso en la concentración de agente anestésico en el sistema del circuito porque el lavado anestésico se lleva a cabo lentamente. Solo un incremento en el flujo de gas fresco a valores de volumen minuto provoca un lavado muy rápido del agente anestésico y una recuperación muy rápida del paciente.

2.6.3 Contraindicaciones de la Anestesia a Flujos Bajos

“Si se desean expulsar los gases tóxicos o prevenirse las acumulaciones por ventilación controlada, la anestesia de flujo mínimo está contraindicada. El flujo de gas fresco no debe caer por debajo de 1 l/min, con el fin de garantizar una expulsión adecuada (aproximadamente 50%). La anestesia de flujo bajo está igualmente contraindicada con intoxicación de humo (monóxido de carbono, intoxicación por cianuro). La hipertermia maligna también cuenta como una contraindicación si se debe alcanzar una exhalación suficiente de dióxido de carbono, y el suministro de anestésicos volátiles debe ser detenido inmediatamente. Las siguientes indicaciones adicionales también parecen ser peligrosas para una anestesia de flujo bajo: pacientes en coma cetoacidótico, diabetes mellitus, o para pacientes que sufran de una condición metabólica cetoacidótica (por ejemplo, anorexia nerviosa).

Cuando se exhalan gases con solubilidad elevadas en grasa y agua, como en el caso de pacientes con intoxicación por alcohol o acetona, este tipo de anestesia también está contraindicada”.⁽¹¹⁾

2.6.4 Monitorización

Los mandatos y recomendaciones técnicas de organizaciones profesionales de la anestesia, así como las corrientes actuales, por lo tanto, regulan la monitorización necesaria. Esto incluye, entre otros, la constante presencia y monitorización clínica del paciente por parte del anestesista. La monitorización incluye también la lectura continua del electrocardiograma, comprobaciones regulares de los parámetros de circulación sanguínea, medición de la presión del tracto respiratorio y el volumen espiratorio.

La monitorización continua de la concentración inspiratoria de oxígeno, del gas anestésico espiratorio y de CO₂ espiratorio, de la presión del tracto respiratorio y el volumen minuto, es obligatoria. Para este propósito, se requiere un algoritmo automatizado que active las alarmas. En particular, la concentración inspiratoria de oxígeno debe ser controlada por un sistema de alarmas. Esta alarma debe establecerse a una FiO₂ del 28 % para prevenir hipoxia.

Debido a la gran diferencia entre los gases anestésicos (composición de gas fresco-concentración de gas en el sistema del circuito), el monitoreo de la concentración del gas anestésico inspiratorio y espiratorio es extremadamente importante, especialmente para un usuario menos experimentado en anestesia de flujo mínimo y bajo. Las concentraciones de agentes anestésicos, oxígeno y CO₂ deben monitorearse, inspiratoria y espiratoriamente.

La eliminación química del dióxido de carbono del sistema del circuito es de vital importancia. Con los sistemas de reinhalación, siempre debe garantizarse que el absorbedor de dióxido de carbono no se encuentra agotado, porque una acumulación de dióxido de carbono en el sistema del circuito provocaría una acidosis respiratoria. El cambio de color de la cal sodada más modernas no proporciona una seguridad adecuada". ⁽¹¹⁾

2.6.5 Requisitos Técnicos para la Máquina de Anestesia

Las condiciones técnicas que debe cumplir un dispositivo de anestesia para proporcionar la anestesia a flujo bajo es:

1. Sistema ventilatorio estanco y gestión de la humedad.
2. Medición de flujo y tecnología de ventilación robusta y precisa.
3. Capacidad de aplicar dosis suficientes de agentes anestésicos volátiles.
4. Impacto de los cambios en los ajustes del gas fresco en el volumen tidal.
5. Medición de gases fiable.
6. Herramientas inteligentes que prestan apoyo a la anestesia de flujo bajo. ⁽²⁵⁾

Las máquinas de anestesia de última generación reúnen todos los requisitos para asegurar la segura aplicación de la anestesia de flujo bajo. “Los sistemas de dosificación y vaporizadores/evaporadores operan con un alto grado de precisión, incluso en el rango de flujo bajo. Los sistemas de ventilación compactos están bien sellados. Las máquinas están también equipadas con un sistema de monitoreo sofisticado. Esto garantiza la monitorización continua de la concentración de oxígeno inspiratorio, la presión de la vía aérea, el volumen minuto y la concentración de agente anestésico. Este diseño técnico de seguridad es un requisito obligatorio para los estándares y regulaciones nacionales e internacionales.” ⁽¹¹⁾

2.7 BENEFICIOS DE LA ANESTESIA A FLUJOS BAJOS

“Los principales beneficios que la anestesia a flujos bajos de oxígeno proporciona son clínicos, ecológicos y económicos.” ⁽¹¹⁾

2.7.1 Beneficios Clínicos

“Los pacientes que son sometidos a ventilación mecánica (VM) pierden las funciones naturales de la vía aérea superior (VAS) de calentamiento y humidificación de los gases inspirados.” ⁽²⁶⁾ “Al ser ventilados con gases secos y fríos presentan una

pérdida continua de humedad y calor que predispone a complicaciones serias de la vía aérea, tales como: alteraciones del transporte mucociliar, espesamiento de secreciones, taponamiento con moco de las vías aéreas, discinesia ciliar y descamación epitelial, lo cual conduce a hipotermia, hipoxemia y atelectasias. Por lo tanto, durante la VM con intubación traqueal, los gases inspirados deben ser humidificados y calentados para mantener la integridad y preservar la función mucociliar y mejorar el intercambio gaseoso.” (27)

“Durante la respiración la vía aérea calienta y humidifica el aire que llega a los pulmones. Pero en pacientes con vía aérea artificial que serán sometidos a procedimientos anestésicos debe suministrar el oxígeno, “una humedad absoluta entre 17 y 30 mg H₂O/L y humedad relativa de entre 95% - 100% con una temperatura de gas anestésico entre los rangos de 30 a 35 °C, para prevenir secreciones espesas, tapones mucosos, broncoespasmos y complicaciones infecciosas.

El grado de humedad absoluta que se produce en los circuitos circulares utilizados con bajos flujos de gas fresco, hace que el sistema se encuentre con una alta saturación de vapor de agua (humedad relativa 100%) produciendo una mejor humidificación y calentamiento de los gases inspirados”. (28) (29)

2.7.2 Beneficios Ecológicos

“Una característica de la anestesia de flujo alto de oxígeno es que se emiten altas cantidades de anestésicos volátiles. Esto no solo contamina el medio ambiente, sino que supone un peso adicional a un presupuesto ajustado. La creciente conciencia medio ambiental, las regulaciones en seguridad industrial cada vez más estrictas; por último, pero no menos importante, las consideraciones de costos, requieren que volvamos a replantearnos los procedimientos clínicos en relación a la anestesia.

Actualmente, el uso de anestésicos volátiles puede ser reducido hasta en un 80 al 90% si se generaliza el uso de circuitos cerrados y si se usan rutinariamente los flujos bajos de oxígeno. La emisión de gases anestésicos debe, por lo tanto, inevitablemente reducirse a su mínimo y los anestésicos no usados deberían reutilizarse. La anestesia de flujo mínimo y la de flujo bajo cumplen estas demandas de disminución de la contaminación ambiental”.⁽²⁴⁾

El efecto de la exposición a altas concentraciones de gases anestésicos residuales, incluso por poco tiempo, “puede causar los siguientes efectos en la salud: Dolor de cabeza, irritabilidad, fatiga, náuseas, mareo, dificultades de razonamiento y coordinación, enfermedades del hígado y los riñones”.⁽³⁰⁾ El efecto de la exposición a bajas concentraciones de gases anestésicos residuales por períodos prolongados no produce efectos negativos a la salud.

2.7.3 Beneficios Económicos

Debido a que se utilizan flujos de gas fresco bajos, se incrementa la cantidad de reinhalación, lo que aumenta a su vez la cantidad de absorbentes de dióxido de carbono, el cual también tiene un impacto ambiental; sin embargo, es improbable que supere el impacto de los anestésicos inhalados. La reducción de costos que ofrece el uso del circuito cerrado debe ser considerada para: Lograr que el personal de anestesia evalúe la importancia de la farmacocinética de los agentes anestésicos empleando flujos bajos en circuito cerrado. Cambiar el concepto de porcentajes en la administración de los anestésicos por “cantidad” de vapor anestésico que se entrega minuto a minuto al circuito respiratorio. Proporcionar seguridad y confianza en las técnicas anestésicas, ya sea con dosis administradas al circuito respiratorio o en las técnicas de flujos bajos y circuitos cerrados con vaporizadores termocompensados.

“Se ha demostrado que utilizar flujos bajos ayuda a disminuir los gastos en la anestesia. También que el consumo de sevoflurano se ve aumentado más del doble, cada vez que se aumenta al doble el flujo bajo. Asimismo, se ha demostrado que se

puede aumentar el número de horas de anestesia por botella de sevoflurano hasta en un 73.7% (17.4 horas por botella). El uso de anestésicos volátiles puede ser reducido hasta en un 80 al 90% si se generaliza el uso de circuitos cerrados y si se usan rutinariamente los flujos bajos". (11)

Una fórmula útil para la medición del consumo de halogenado en relación con el flujo de gas fresco, descrita por Laster, Fang y Eger, calculando principalmente el volumen de vapor anestésico. (31)

Volumen de vapor anestésico= (%) anestésico x (FGF/100-(%) anestésico).

Dónde: (%) anestésico corresponde a la concentración de anestésico administrada; FGF: Flujo de gas fresco en ml.

Luego se debe calcular la cantidad de anestésico en forma líquida que corresponde al volumen de vapor anestésico. Describiendo en la literatura que 1ml de sevoflurano es igual a 182.7 ml de vapor anestésico, se puede encontrar la cantidad de líquido anestésico utilizado por minuto de tiempo y la fórmula es la siguiente:

Volumen de líquido = Volumen de vapor utilizado / Vapor producido por ml de anestésico.

2.8 ESCALA DE ALDRETE MODIFICADA

La necesidad de un sistema práctico y objetivo que permita evaluar la condición clínica de los pacientes al final de la anestesia y seguir su recuperación gradual hacia la consciencia, recuperación de la fuerza y determinar el momento en que deben ser dados de alta, ha sido satisfecha usando el Puntaje de Recuperación Post-anestésica (VER FIGURA #1) por más de 24 años, este ha demostrado ser efectivo, confiable y seguro en cientos de millones de pacientes evaluados con este método en los Estados Unidos y la mayoría de países Latinoamericanos.

Revertir el fenómeno anestésico es tan fascinante como la inducción del mismo. La recuperación gradual o súbita de la conciencia, la sensibilidad, la respiración y la fuerza muscular implica una serie de eventos complejos en la eliminación de los agentes farmacológicos que han sido utilizados. En el pasado el objetivo de la mayoría de los anesthesiólogos era que el efecto de estos agentes se terminará simultáneamente. Últimamente se ha tenido una justificada tendencia a preservar algún grado de analgesia y antiemesis durante el período postoperatorio inmediato. Para lograr esta tarea puede ser necesario utilizar algunas drogas con efectos antagonistas específicos como Neostigmina, Naloxona, Flumazenil, etc.

“En 1970, un intento para medir y documentar el curso de la recuperación gradual de la anestesia, se propuso y publicó como Puntaje de Recuperación Post anestésica (PRP) (Aldrete y Kroulik, 1970).” ⁽³²⁾ Este intento de cuantificar de la manera más objetiva posible se diseñó como una variante del puntaje de Apgar, utilizado para evaluar los neonatos en el momento del nacimiento.

Con la descripción inicial, el PRP incluye cinco índices, graduados 0, 1 o 2 dependiendo del trastorno disfuncional. Dicha escala es tomada de la norma técnica MINSAL debido a que son los lineamientos que rigen en el Salvador. Los parámetros cuantificados y la logística para la evaluación clínica en términos de la función que cada uno representa se explican a continuación:

Actividad motora: La eficiencia de la actividad muscular se mide observando la habilidad del paciente de mover sus extremidades. Si pueden mover las cuatro extremidades, espontáneamente o al ordenarlo, se da un puntaje de 2. Cuando solo dos o tres (en el caso de un bloqueo unilateral) extremidades se mueven, el índice se puntúa como 1, pero si no se mueve ninguna extremidad, el puntaje es de 0. La evaluación de esta función es especialmente útil en pacientes que se recuperan de la anestesia regional. No evaluar la pérdida de la sensibilidad sino la función motora, requiere que los pacientes puedan ser capaces de sentarse, voltearse en sus camas, ponerse de pie y caminar.

Respiración: Cuando los pacientes respiran profundamente y son capaces de toser, se da un puntaje de 2, pero si el esfuerzo respiratorio está limitado (paralizado o superficial) o hay disnea aparente, el puntaje es de 1. Cuando no hay actividad espontánea evidente, el puntaje es 0. La habilidad de respirar adecuadamente depende también del grado de actividad del paciente en recuperación. Además, es importante haber recuperado el reflejo de la tos y la capacidad de comprender la orden de tomar una inspiración profunda y toser.

Circulación: Cuando la presión arterial sistólica al llegar a la sala de recuperación está entre más o menos 20% del nivel preanestésico, se da un puntaje de 2. Si el mismo índice está entre 20% a 50% del mismo control, se da un puntaje de 1. Cuando la presión arterial tiene un rango de variación mayor del 50% con respecto a la medida original, el puntaje es de 0. Los porcentajes de valores de control parecen ser más útiles que los valores absolutos.

Conciencia: El estado completamente alerta, demostrado por la capacidad de responder preguntas con claridad, recibe un puntaje de 2. Si los pacientes se despiertan sólo cuando son llamados por su nombre, reciben un puntaje de 1. La ausencia de respuesta al estímulo auditivo recibe un puntaje de 0. Se prefiere el estímulo auditivo al físico y además puede ser repetido cuantas veces sea necesario. El nivel de conciencia también afecta los índices de actividad y respiración.

Saturación de oxígeno: A pesar que en el pasado (Aldrete y Kroulik 1970) el nivel de oxigenación se evaluaba con el color de la piel (rosado = 2, ictericia o palidez = 1 y cianosis = 0); la necesidad de una medida más objetiva se resolvió con la utilización generalizada de la oximetría de pulso. Cuando los pacientes son capaces de mantener una $SPO_2 > 92\%$ respirando aire ambiente, su puntaje es 2. Si los pacientes necesitan suplemento de oxígeno para mantener una saturación mayor de 90% el puntaje es 1, si la saturación es menor de 90% a pesar de administrar oxígeno se da un puntaje de 0.

Dolor: Se evalúan según la visualización del paciente este recibiría un puntaje de 0 Si grita, gesticula de dolor. Un puntaje de 1 Si se queja de dolor. Y un puntaje de 2 sino se queja o refiere de un dolor leve.

Una vez anotado cada uno de los puntos, se deben sumar y el resultado anotarlo en la hoja de recuperación anestésica al ser dado de alta. Todo paciente podrá ser trasladado de recuperación anestésica a los respectivos servicios con un puntaje no menor de diez. ⁽³²⁾

2.9 MÁQUINA DE ANESTESIA MINDRAY A5

La máquina de anestesia Mindray A5 (VER FIGURA #2) permite la interfaz de usuario y el diseño ergonómico de la A5 simplifican el flujo de trabajo. La pantalla táctil de 15 permite a los médicos seleccionar fácilmente la configuración de ventilación, por lo que se dedica menos tiempo a la maniobra y se dedica más tiempo al cuidado del paciente. El A5 proporciona una gama de modos de ventilación avanzados que permiten una atención eficaz en todo el rango de tipos de agudeza del paciente. La espirometría integrada ofrece información adicional y mejora la toma de decisiones cuidadosa.

A5 es capaz de generar datos en el protocolo HL7 estándar de la industria. HL7 con el perfil IHE PCD es reconocido por los sistemas de información de anestesia y registros médicos electrónicos (EMR) como el estándar de la industria demostrado para la interoperabilidad inequívoca.” ⁽³³⁾

Sus características son las siguientes:

- “Ventilación de control de volumen (VCV).
- Control de presión de ventilación (PCV) con garantía de volumen.
- Ventilación de soporte de presión (PS).
- Ventilación obligatoria intermitente sincronizada en los modos de volumen y presión (SIMV-VC y SIMV-PC).

- La compensación de conformidad automática y la compensación de gas fresco mantienen volúmenes corrientes exactos.
- El sistema de respiración calentado (35°C) elimina virtualmente la condensación interna.
- El diseño incorporado de la protección de la rueda quita los cables y las mangueras.
- El absorbedor de un solo contenedor reduce el volumen de espacio muerto comprimible y acepta un empacado no propietario y un absorbente.
- Control táctil integrado de respaldo.
- Iluminación de cubierta con control de brillo ajustable.
- Batería de respaldo de dos horas” (34)

2.9.1 Vaporizador Mindray V60

Los anestésicos inhalados son agentes en estado líquido a temperatura ambiente y presión atmosférica, por lo que este debe evaporarse para agregarlo a la corriente de gas en un porcentaje preciso, para ser administrado al paciente a través del circuito respiratorio, debe ser entregado con una concentración precalibrada deseada, es manipulado a través de una perilla o botón premarcado.

Un vaporizador es un instrumento diseñado para facilitar el cambio de un anestésico líquido a su fase de vapor y agregar una cantidad controlada de este vapor al flujo de gases que llega al paciente. “La vaporización del anestésico líquido depende principalmente de la presión de vapor, calor latente de vaporización, calor específico, temperatura, presión atmosférica y conductividad térmica.” (15) El sistema anestésico de ventilación, posibilitan la administración de gases más vapor anestésico desde la máquina de anestesia hacia el paciente.

“Mindray ofrece una gama completa de vaporizadores anestésicos para su uso en los Sistemas de anestesia A-Series en apoyo de los requisitos clínicos y farmacéuticos. Los vaporizadores Mindray V60 están disponibles para isoflurano y

sevoflurano. (VER FIGURA #3) La Compensación Automática de Flujo / Temperatura / Presión del V60 asegura un rendimiento constante y una concentración precisa de agentes anestésicos incluso bajo diversas condiciones ambientales. Isoflurane, Sevoflurane y Desflurane están disponibles en el popular estilo Vapor 2000 para satisfacer las necesidades individuales de los clientes.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES: La serie V60 admite flujo de gas fresco de tan solo 0,2 l / min, un diseño específicamente incorporado para la anestesia de flujo bajo. El diseño innovador de gran capacidad de la Serie V60 admite hasta 360 ml de agente anestésico con mecha seca (300 ml con mecha húmeda). Los vaporizadores V60 son libres de mantenimiento; no requieren calibración durante su vida útil durante condiciones normales de operación; se puede capturar, visualizar y exportar el consumo de agente en tiempo real y el uso del agente de caso final cuando se utiliza junto con Mindray A7 Anesthesia Workstation.” ⁽³⁵⁾

2.9.2 Monitor Mindray MEC2000

Monitor multiparametro diseñado para monitorizar un conjunto fijo de parámetro en pacientes adultos, niños y recién nacidos con la finalidad de mostrar datos clínicos y ondas, almacenar dichos datos clínicos en una base de datos de tendencias y generar alarmas y registros. (VER FIGURA #4)

Este equipo puede realizar monitorizaciones de los siguientes parámetros:

- “ECG Frecuencia cardiaca
 - Ondas de ECG
 - Análisis de segmentos de ST
 - Análisis de arritmia
- RESP Frecuencia respiratoria
 - Onda respiratoria
 - Saturación de oxígeno
 - Frecuencia del pulso

Pletismografía de SpO2

- PNI Presión sistólica
Presión diastólica
Presión media
- TEM Temperatura” (36)

2.10 TERMÓMETRO HIGRÓMETRO

Medidor usado habitualmente para medición de humedad y temperatura, ideal para una rápida lectura precisa. (VER FIGURA #5)

Sus características son las siguientes:

- “Rango de temperatura: -40°C a 70°C
- Rango de medición de humedad: 10% de humedad relativa a 99%
- Precisión de la temperatura: 1°C
- Alimentación: pilas de 1.5v
- Período de muestreo: 10s
- Dimensión exterior: 48 x 28,5 x 15,2 mm
- Dimensión pantalla LCD: 40 x 22,5 mm
- Color: Negro y Blanco (37)

2.11 COLECISTECTOMIA VIDEOLAPAROSCOPICA.

Desde que Philippe Mouret en Lyon, Francia, en 1987 practicó la primera colecistectomía por laparoscopia, este nuevo método marcó un hito en la cirugía, extendiéndose gradualmente, a otros procedimientos quirúrgicos más allá de los límites de la cirugía abdominal digestiva. “La colecistectomía es la extirpación quirúrgica de la vesícula biliar debido a la presencia de cálculos biliares que causan dolor o infección, realizada con instrumentos que se colocan en pequeñas incisiones en el abdomen.” (38)

Indicaciones: “Colecistitis, es la inflamación de la vesícula biliar, que puede suceder de manera súbita (aguda) o durante un periodo de tiempo más largo (crónica). Colelitiasis, cálculos biliares que pueden salir de la vesícula biliar y bloquear el flujo de bilis hacia los conductos y provocar dolor e hinchazón.” ⁽³⁸⁾

Síntomas: “Dolor agudo en el lado derecho del abdomen, fiebre baja, náuseas e hinchazón, ictericia. Pruebas diagnósticas: Historial y examen físico, otras pueden incluir, pruebas de función hepática, perfil de coagulación, ecografía, gammagrafía hepatobiliar con ácido iminodiacético y colangiopancreatografía retrógrada endoscópica.” ⁽³⁸⁾

Procedimiento: “Posición de paciente en decúbito dorsal, técnica americana. Posición del cirujano a izquierda del paciente, y de ayudante frente a cirujano, que se podrá cambiar posteriormente a izquierda de este último. Realización de neumoperitoneo de acuerdo a técnica habitual con aguja de Veress por mini-incisión en zona umbilical. Colocación de trocar de 10 mm para la cámara, en zona umbilical. Posterior a la exploración y evaluación de factibilidad del procedimiento, incisión epigástrica y colocación de trocar de 10 mm bajo visión, e inmediatamente proximal a éste, por misma incisión, colocación de trocar de 5 mm que saldrá, por su visión frontal amplia de todo el campo operatorio, se realiza la insuflación de la cavidad abdominal con el gas CO₂ (neumoperitoneo), lo cual conlleva a una serie de cambios fisiológicos y complicaciones que no se presentan en la cirugía abierta. Una vez liberada la vesícula, extracción de la misma por incisión epigástrica o umbilical, con o sin ampliación de aponeurosis según características de la misma. Por último, cierre de rutina de aponeurosis en ambas incisiones con Vicryl 0.” ⁽³⁹⁾ (VER FIGURA #6)

CAMBIOS FISIOLÓGICOS DURANTE LA ANESTESIA

Durante la anestesia, en cirugía laparoscópica se desarrollan una serie de cambios fisiopatológicos que dependerán de la insuflación de CO₂ dentro de la cavidad abdominal, produciéndose alteraciones hemodinámicas, respiratorias,

metabólicas y en otros sistemas los cuales debemos tener en cuenta para su manejo y conocer sus probables complicaciones.

Alteraciones respiratorias: La insuflación de CO₂ en la cavidad abdominal y el aumento de la presión intraabdominal provocada por el neumoperitoneo son factores que influyen de manera particular en la función pulmonar. Se ha demostrado que durante la laparoscopia se produce una disminución de la complacencia (compliance) pulmonar, del volumen de reserva espiratoria y de la capacidad residual funcional, con el aumento de la presión de pico inspiratoria. Como consecuencia, se produce una redistribución de flujo a zonas pobremente perfundidas durante la ventilación mecánica, con el aumento del shunt intrapulmonar y del espacio muerto.

También, se ha observado un aumento en la gradiente de presión arterial de CO₂ (PaCO₂) presión espirada de CO₂ (PETCO₂), con disminución del pH. Esta alteración puede ser corregida aumentando el volumen minuto entre 15 y 20% y utilizando PEEP de 5 cm de H₂O.

Existe también un aumento de la presión pico y la presión meseta, que luego se estabilizarán. Cuando se utiliza la posición de Trendelenburg en pacientes con cirugía ginecológica en ventilación espontánea, la presión abdominal, así como el desplazamiento de las vísceras en sentido cefálico ejercen presión sobre el diafragma, dificultando la respiración, dando como resultado taquipnea e hipercarbia. Referente a la absorción del CO₂ por el peritoneo, al parecer esta se estabiliza después de los primeros 10 minutos de haber aumentado la presión intraabdominal. Se dice que la presión que ejerce el neumoperitoneo sobre los capilares peritoneales actúa como un mecanismo protector, impidiendo la absorción de CO₂ a través de este. Al final del procedimiento, cuando disminuye la presión intraabdominal por la salida del CO₂, vamos a encontrar una mayor frecuencia de absorción de CO₂ que puede ser registrada mediante la capnografía. ⁽⁴⁰⁾

3. SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Hi: La anestesia general a flujos bajos con sevoflurano es efectiva en pacientes de colecistectomía por videolaparoscopia, Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios”, San Miguel, año 2019.

3.2 HIPÓTESIS NULA

Ho: La anestesia general a flujos bajos con sevoflurano no es efectiva en pacientes de colecistectomía por videolaparoscopia, Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios”, San Miguel, año 2019.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Hipótesis	Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Hi. La anestesia general a flujos bajos con sevoflurano es efectiva en pacientes de colecistectomía por videolaparoscopia, Hospital Nacional Regional "San Juan de Dios", San Miguel, año 2019.	Independiente Anestesia general a flujos bajos con sevoflurano.	Es la técnica que utiliza un flujo de gas fresco (FGF), que es menor que la ventilación alveolar, es decir, que al menos el 50% de los gases dados habían sido devueltos a los pulmones después de la absorción de dióxido de carbono. El sevoflurano es un agente halogenado, volátil e incoloro, de recuperación rápida, no irrita las vías respiratorias. "La inducción de la anestesia con flujos bajos se logra con concentraciones de Sevoflurano al 5-6 vol% y el mantenimiento con un rango de 3 -3.5 vol%."	- Grado de Humidificación y Temperatura de los gases inspirados.	- Humedad Relativa del 95-100% - Temperatura de los gases inhalado en dentro de un rango normal de 30°C - 35°C.
			- Tiempo de recuperación de la anestesia.	- Escala de Aldrete modificada con una puntuación igual o mayor a 8
	Dependiente Efectividad.	Capacidad de producir eficiencia y eficacia, logrando los resultados deseados en condiciones controladas con los costos más razonables.	- Consumo de oxígeno y sevoflurano.	- Cantidad de O ₂ utilizado por procedimiento anestésico en litros. - Cantidad de sevoflurano utilizado en mililitros por procedimiento.
			- Presencia de gases anestésicos en el ambiente del quirófano.	- Cantidad de gas anestésico residual dentro del quirófano, expresado en CAM%.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el estudio de la efectividad de la anestesia a flujos bajos con sevoflurano en colecistectomía por videolaparoscopia que se realizó en el Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios”, San Miguel es de tipo: **Experimental**: debido a que se modificaba una variable (flujo de oxígeno) para generar una situación y explicar cómo afectan a quienes participan en ella, en un ambiente estrictamente vigilado; también se consideró por su diseño **Ensayo clínico controlado, aleatorizado con grupos paralelos**. Porque comparo la experiencia de un grupo de pacientes al valorar la efectividad de la anestesia general a flujos bajos con sevoflurano, con un grupo control que recibe anestesia general a flujos altos con sevoflurano, en la cual la población se divide en dos grupos iguales (paralelos), y cada uno de ellos recibe uno de los tratamientos antes mencionados.

4.2 POBLACIÓN

Mediante una revisión de los registros hospitalarios, de los procedimientos de colecistectomía por videolaparoscopia en el Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios”, San Miguel, que cumplieron los criterios de inclusión ya establecidos, se determinó el universo del estudio constituido por aproximadamente 80 pacientes, en un periodo de seis meses (Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre). Debido a este hallazgo, se utilizó la totalidad de población del estudio.

4.2.1 Técnica de muestreo aleatorio simple

La división de los grupos se realizó al azar en la cual se conformaron dos grupos de tratamiento; tratamiento 1: anestesia general a flujos bajos de oxígeno (1Lts/min) con sevoflurano y el tratamiento 0: anestesia general a flujos altos de oxígeno (3lts/min) con sevoflurano. La asignación del grupo se realizó por medio de

una tómbola con 80 sobres ocultos mezclados, en los que en su interior se encuentran la asignación de los tratamientos; 40 que representan el tratamiento 1 y 40 que representan el tratamiento 0. Posterior a firmar el consentimiento informado), uno de los integrantes del grupo investigador retira un sobre de la tómbola para determinar el tipo de tratamiento al cual será sometido el paciente.

4.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

4.3.1 Criterios de inclusión

- Pacientes ASA I y II. (VER FIGURA #7)
- Hombres y Mujeres.
- Pacientes mayores de 18 años y menores de 60 años de edad.
- Sometidos a Colectectomía Videolaparoscópica.
- Bajo Anestesia General Balanceada.
- Cirugía electiva.
- Aceptar participar en el estudio, y firmar el consentimiento informado.
- Pacientes con IMC (kg/m²) entre los rangos 18.5 - 30.
- Tiempo quirúrgico no mayor de 2 horas.

4.3.2 Criterios de exclusión

- Antecedentes de toxicomanías.
- Pacientes psiquiátricos.
- Pacientes con inestabilidad de los signos vitales.
- Cuando no se pueda corroborar la integridad de la cal sodada.
- Cirugía bajo anestesia espinal.
- Pacientes sordos y mudos.
- Cambio de técnica anestésica general TIVA o viceversa.
- Con patología neurológica, cardíaca, renal o hepática.

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.4.1 Técnicas de recolección de datos

Entre las técnicas de recolección de datos están la **documental bibliográfica**: ya que se recurre a fuentes bibliográficas como libros, revistas y diccionarios especializados, y la **documental hemerográfica**: usada para obtener fuentes de internet como estudios, revistas y páginas web, ambas utilizadas para la estructuración de los antecedentes del problema y el marco teórico. También se hace uso de las **técnicas de campo**: haciendo uso del instrumento de recolección de datos, se realizó la entrevista a los pacientes que forman parte del estudio por medio del cual se obtuvo la información del paciente y la anamnesis de su estado de salud para constatar si cumplían los criterios de inclusión y exclusión; y la **observación**: por medio de la cual se obtuvieron y registraron los datos del fenómeno en estudio.

4.4.2 Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos que se utilizaron en la recolección de datos son los siguientes: **Ficha bibliográfica**: las cuales se utilizaron para la recolección de datos de libros, revistas. **Ficha hemerográfica**: usada como fuentes de investigación reciente encontrada en medios electrónicos. **Instrumento de recolección de datos**, en su primera parte de una **guía de entrevista**, que contiene una serie de criterios dirigidos al paciente para conocer los antecedentes clínicos, datos personales como edad, sexo, peso, estado físico, antecedentes de toxicomanías, con la cual partirá para establecer si cumple los criterios de inclusión y exclusión (VER ANEXO #1), y en su segunda parte la cual está conformada por la **guía de observación** en esta se recolecta una serie de datos previamente determinados por las variables del estudio para su posterior interpretación (VER ANEXO #2).

4.4.3 Procedimiento

El procedimiento de la investigación se llevó a cabo en dos etapas.

4.4.3.1 Primera etapa

Planificación: Se realizó la selección del tema, luego se estructura y se delimita, posteriormente se procedió a la aprobación de dicho tema por parte del asesor. Se recolectó información de libros, internet, documentos y otras fuentes, luego se procede a realizar los antecedentes del fenómeno que contiene una reseña histórica del fenómeno objeto de estudio y se planteó el enunciado del problema en forma de pregunta, seguidamente se proceda realizar la justificación de la investigación, posteriormente se realizó el planteamiento de los objetivos del investigación donde se incluye un objetivo general y cuatro específicos que se alcanzará en la investigación; luego sigue la elaboración del marco teórico donde se sustenta bibliográficamente la investigación, se prosiguió con la formulación del sistema de hipótesis siendo éstas la respuestas tentativa al problema de investigación y posteriormente se realizó la operacionalización de las variables. Se prosigue con la estructuración del diseño metodológico en el que se desglosa: el tipo de investigación, la población, la muestra y los criterios inclusión y exclusión; además se detallan las técnicas de recolección de datos en instrumentos que se utilizaron para la obtención de datos de la investigación y después, se realiza la debida descripción de procedimiento para la investigación, también se describe riesgos y beneficios; y las consideraciones éticas a abordar, finalmente se presenta los anexos, y las debidas referencias de la investigación.

4.4.3.2 Segunda etapa

Ejecución: Esta etapa se inicia desde el momento en el que se tiene contacto con el paciente, en donde se realizó una revisión física clínica, exámenes de laboratorio, toma de signos vitales y las correspondiente para poder inferir en las

condiciones clínica en las cuales se encuentra y conocer si cumple con los criterios de inclusión del estudio, se le explicó al paciente en qué consiste el estudio, sus beneficios y posibles complicaciones, si el paciente decide participar este firmaba el consentimiento informado (VER ANEXO #3) y se procede a realizar a la asignación del paciente al grupo de tratamiento de manera aleatoria, mediante el uso de la tómbola con sobre oculto.

Manejo anestésico: Cuando el paciente cumplía los criterios de inclusión y firmado el consentimiento informado, tanto para el grupo de tratamiento 1 y el grupo de tratamiento 0, se procedía al acto anestésico donde se monitorizaba al paciente para tener un control continuo de sus signos vitales mediante el uso de un tensiómetro digital, un electrocardiógrafo digital, oximetría de pulso y temperatura corporal periférica. Para ambos grupos, con el paciente en decúbito dorsal con la inclinación y grado que proporciona la almohada se iniciaba con una preoxigenación con bigotera suministrada por la máquina de anestesia a FiO_2 del 40% a 5 litros por minuto, por un periodo de tres minutos donde se le pidió al paciente que realizara una respiración espontánea normal, mientras tanto se hace un prellenado del circuito anestésico con el propósito de lograr un efecto de “sobrepresión” para realizar la inducción en menos tiempo, ocluyendo el circuito respiratorio con una válvula o con la palma de la mano, abriendo el dial del vaporizador a 8 Vol.% y ajustando el flujo de gases frescos a 5 litros durante 3 minutos, se realizaba la inducción intravenosa con Sulfato de Atropina 0.5mg I.V como dosis estándar, al cumplimiento de los 3 minutos de preoxigenación con bigotera, se procede a retirar la bigotera y se realiza una inducción intravenosa de propofol 50mg I.V inmediatamente se coloca la máscara facial mientras se realiza presión positiva por siguiente la administración de Fentanyl a dosis de 2mg/kg I.V, Propofol a dosis de 2.5mg/kg I.V, Succinilcolina 2mg/kg IV se procedía a realizar la laringoscopia con mango mediano y hoja curva Macintosh para la intubación orotraqueal, una vez intubado se procede a la auscultación de ambos campos pulmonares, visualización del intercambio de CO_2 y SpO_2 para verificar la adecuada colocación del tubo

orotraqueal y se conecta el T.O.T. al circuito circular de la máquina de anestesia Mindray A5 por último se administra Cisatracurio a dosis de 0.1mg/kg I.V.

Tratamiento 1:

Fase inicial: Se inicia con una pre-oxigenación con bigotera suministrada por la máquina de anestesia a FiO_2 del 40% a 5 litros por minuto, por un periodo de tres minutos donde se le pide al paciente que realice una respiración espontánea normal, mientras tanto se hace un pre llenado del circuito anestésico con el propósito de lograr un efecto de “sobrepresión” para realizar la inducción en menos tiempo, ocluyendo el circuito respiratorio con una válvula o con la palma de la mano, abriendo el dial del vaporizador a 8 Vol.% y ajustando el flujo de gases frescos a 5 litros durante 3 minutos, se realiza inducción anestésico con agentes intravenosos; luego se procede a la intubación orotraqueal.

Mantenimiento: Cuando el paciente alcanza el valor CAM objetivo de 1.0-1.25 se reduce el FGF con oxígeno al 100% a 1.0 litros por minuto y se cambia la concentración de sevoflurano de 3 a 5 vol%.

Monitorización: Se mantiene la concentración de oxígeno inspirado con un umbral de alarma bajo, de al menos un 28%, durante todo el procedimiento se manteniendo una vigilancia cada 5 minutos del grado de temperatura y humidificación de los gases inspirados a través del dispositivo Termómetro-Higrómetro. Y se vigila con un monitoreo continuo no invasivo la presión arterial sistólica, diastólica y media, frecuencia cardiaca por electrocardiografía continua, oximetría de pulso cada 3 minutos, temperatura corporal periférica cada 15 minutos. Además del monitoreo de la concentración del agente anestésico al final de la inspiración (Etaa) 1.0-1.25 valor CAM cada 3 minutos durante toda la cirugía. Teniendo en cuenta que se realiza un refuerzo de Fentanyl a dosis de 0.5-1 mcg/kg I.V cada 45 minutos y de Cisatracurio a dosis de 0.04-0.05 mg/kg I.V cada 30 minutos.

Reversión de la anestesia: Se realiza una reducción al agente del vaporizador a 0% aproximadamente 10 minutos antes de la finalización de la cirugía, donde se mantiene el flujo de oxígeno a 1 litro por minuto hasta que el paciente comience a tener patrón respiratorio. Se da transición del paciente a respiración espontánea con oxígeno al 100% a 6 litros por minuto y se mantendrá hasta que el paciente cumpla con los criterios de extubación. Se evalúa el tiempo de recuperación de la anestesia con la escala de Aldrete modificada proporcionada por el MINSAL en la norma técnica 2018 desde el momento del cierre del vaporizador y se procede a tomar una muestra de 50cc de aire ambiente del quirófano y se pasa a través del analizador de gases de la máquina de anestesia Mindray A5 para verificar si existe contaminación ambiental en el quirófano por residuos de gases anestésicos. Posteriormente se realiza una atención postoperatoria del paciente según los procedimientos internos del hospital.

Tratamiento 0:

Fase inicial: Se inicia con una pre-oxigenación con bigotera suministrada por la máquina de anestesia a FiO_2 del 40% a 5 litros por minuto, por un periodo de tres minutos donde se le pide al paciente que realice una respiración espontánea normal, mientras tanto se hace un pre llenado del circuito anestésico con el propósito de lograr un efecto de “sobrepresión” para realizar la inducción en menos tiempo, ocluyendo el circuito respiratorio con una válvula o con la palma de la mano, abriendo el dial del vaporizador a 8 Vol.% y ajustando el flujo de gases frescos a 5 litros durante 3 minutos, se realiza inducción anestésico con agentes intravenosos; luego se procede a la intubación orotraqueal.

Mantenimiento: Se ajusta el FGF con oxígeno al 100% a 3 litros por minuto, posteriormente el dial del vaporizador de sevoflurano de 2 - 2.5 vol%, manteniendo un CAM objetivo de 1.0-1.25 durante toda la cirugía.

Monitorización: Se mantiene la concentración de oxígeno inspirado con un umbral de alarma bajo, de al menos un 28%. Durante todo el procedimiento se mantenido una vigilancia cada 5 minutos del grado de temperatura y humidificación de los gases inspirados a través del dispositivo Termómetro-Higrómetro. Y se vigila con un monitoreo continuo no invasivo la presión arterial sistólica, diastólica y media, frecuencia cardíaca por electrocardiografía continua, oximetría de pulso cada 3 minutos, temperatura corporal periférica cada 15 minutos. Además del monitoreo de la concentración del agente anestésico al final de la inspiración (E_{taa}) 1.0-1.25 valor CAM cada 3 minutos durante toda la cirugía. Teniendo en cuenta que se realiza un refuerzo de Fentanyl a dosis de 0.5-1 mcg/kg I.V cada 45 minutos y de Cisatracurio a dosis de 0.04-0.05 mg/kg I.V cada 30 minutos.

Reversión de la anestesia: Se realiza una reducción al agente del vaporizador a 0% aproximadamente 10 minutos antes de la finalización de la cirugía, donde se mantiene el flujo de oxígeno a 1 litro por minuto hasta que el paciente comience a tener patrón respiratorio. Se da transición del paciente a respiración espontánea con oxígeno al 100% a 6 litros por minuto y se mantendrá hasta que el paciente cumpla con los criterios de extubación.

Se evalúa el tiempo de recuperación de la anestesia con la escala de Aldrete modificada proporcionada por el MINSAL en la norma técnica 2018 desde el momento del cierre del vaporizador y se procede a tomar una muestra de 50cc de aire ambiente del quirófano y se pasa a través del analizador de gases de la máquina de anestesia Mindray A5 para verificar si existe contaminación ambiental en el quirófano por residuos de gases anestésicos. Posteriormente se realiza una atención postoperatoria del paciente según los procedimientos internos del hospital.

4.4.4 Plan de Análisis

La tabulación, el análisis e interpretación de los resultados se realizó utilizando el programa Estadístico Para las Ciencias Sociales (SPSS versión 25.0), que fue la principal herramienta para llevar a cabo la parte de estadística del trabajo de investigación.

4.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS

El grupo de investigación, cumple las siguientes condiciones éticas:

- Principio de beneficencia: la investigación contribuye al bienestar de la personas.
- Principio de no-maleficencia: la investigación no debe causar daño deliberado o perverso a los participantes y a las personas en general.
- Principio de autonomía: la investigación protegerá los derechos y la dignidad de los participantes y su capacidad de autodeterminación para tomar decisiones. Su participación debe ser voluntaria y basada en el consentimiento informado.
- Principio de justicia: tratar cada persona de acuerdo con lo que se considera moralmente correcto y apropiado; y a la justicia distributiva, que establece la distribución equitativa de cargas y beneficios a los participantes en la investigación.
- Principio de privacidad, anonimato y confidencialidad: toda información y datos de los participantes obtenidos directa o indirectamente son confidenciales.

4.6 RIESGOS Y BENEFICIOS

4.6.1 Riesgos

Entre los riesgos que se pueden presentar en el desarrollo del presente proceso de investigación están: que el paciente no desee ser parte del estudio, que los resultados no sean los esperados o que los resultados no se obtengan en el

tiempo esperado, no contar con el fármaco elegido para el estudio al momento que se presente un paciente que cumpla los criterios de inclusión, que se presenten complicaciones anestésicas y quirúrgicas en el trans y postoperatorio que pongan en riesgo la vida del paciente.

4.6.2 Beneficios

Con la realización de este proceso investigativo se obtendrán los siguientes beneficios:

- Clínicos: brindar al paciente un manejo anestésico de calidad puesto que la anestesia a flujos bajos proporciona el gas fresco caliente y humidificado que disminuye las complicaciones del paciente con una vía aérea artificial.
- Ecológicos: este beneficio será tanto para el paciente como para el personal de sala de operaciones porque reduce de la polución de gases anestésicos dentro del quirófano.
- Económicos: este beneficio brindara al hospital una reducción en el consumo de oxígeno, y vapores anestésicos. Para el personal de anestesiología del Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios” de San Miguel que tenga acceso a este documento y desee poner en práctica, dotándolo con una nueva técnica anestésica partiendo del desarrollo de habilidades prácticas y teóricas utilizando la técnica de flujos bajos.

4.7 EQUIPO Y MATERIALES (RECURSOS A UTILIZAR)

4.7.1 Equipo

- El equipo para la anestesia general que consta de: una máquina de anestesia Mindray A5, vaporizador Mindray V60, cal sodada, fuentes de oxígeno,

laringoscopios, tubos endotraqueales, cánulas nasales o bigoterías, sondas de aspiración, máscara facial y estetoscopio.

- Equipo para la monitorización del paciente con Mindray MEC-2000, termómetro, higrómetro, capnógrafo y analizador de gases anestésicos.

4.7.2 Materiales

- Para la inducción de la anestesia general: Fármacos, soluciones endovenosas, jeringas, alcohol, algodón, guantes.
- Para la recolección de datos: hoja de registro de anestesia, guía de entrevista, guía de observación, papel carbón y lapiceros.

4.8 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

La realización total de este trabajo se hizo con fondos propios del grupo investigador. (VER ANEXO #7)

5. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 TABULACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para la realización del trabajo de investigación acerca de la anestesia general a flujos bajos con Sevoflurano en pacientes de Colectomía por Videolaparoscopia, Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios” de San Miguel; se incluyeron un total de 80 pacientes; entre edades de 18 a 60 años, mujeres y hombres; clasificados como pacientes ASA I y ASA II, programados para cirugía de colecistectomía videolaparoscópica no mayor a 2 horas de duración, divididos en grupos de 40 pacientes cada uno. Al grupo del tratamiento 1: anestesia general a flujos bajos de oxígeno (1lts/min) con sevoflurano y el tratamiento 0: anestesia general a flujos altos de oxígeno (3lts/min) con sevoflurano. (Ambas técnicas descritas a detalle en el procedimiento de la investigación).

Se utilizó una guía de observación, en la cual se incluyen los resultados que determinaron a alcanzar los objetivos propuestos durante la investigación, datos medidos serán (edad, sexo, talla, peso, índice de masa corporal, estado físico, etc.) También el grado de humidificación y temperatura de los gases inspirados medidos en intervalos de 5 minutos durante toda la cirugía, además el tiempo de recuperación de la anestesia medido desde el momento del cierre del vaporizador por medio de la escala de Aldrete modificada en intervalos de 5 minutos hasta obtener una nota ≥ 8 . Al igual estimar el consumo de oxígeno y de sevoflurano utilizado durante toda la cirugía registrada cada 3 minutos y por último verificando la presencia de gases anestésicos en el ambiente del quirófano.

Inicialmente con la ayuda del programa estadístico SPSS versión 25.0 se elaboró una base de datos con todas las variables antes mencionadas.

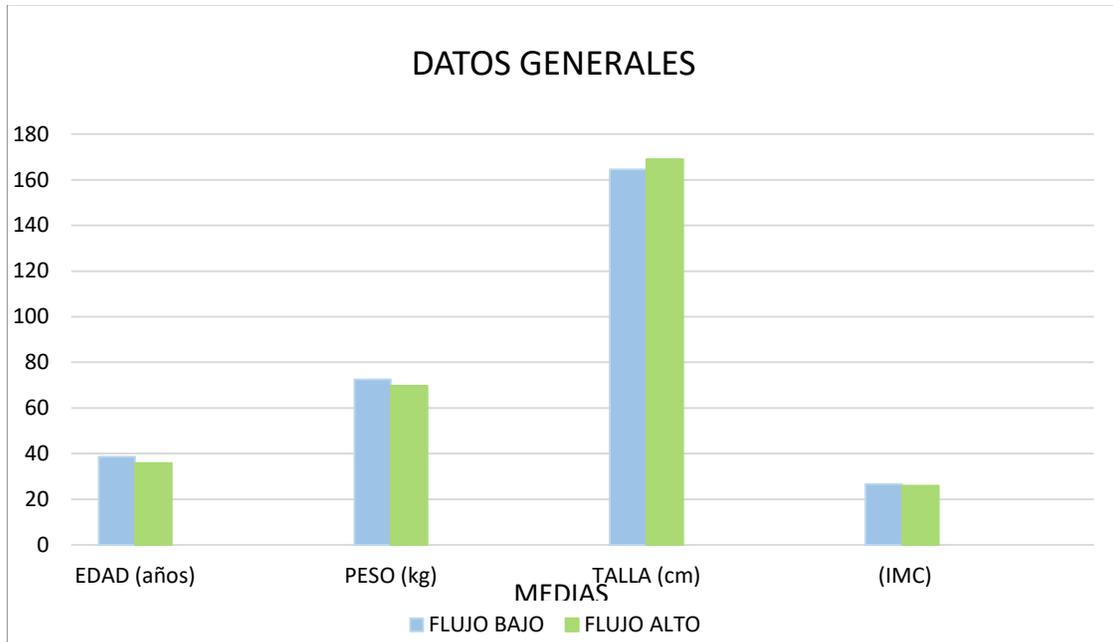
TABLA 1. RESULTADOS DE LOS DATOS GENERALES DE LOS PACIENTES POR GRUPO DE TRATAMIENTO.

DATOS GENERALES		
GRUPOS	TRATAMIENTO 1 (N=40)	TRATAMIENTO 0 (N=40)
EDAD (años)	38.68 ± 12.08 22/59	35.80 ± 12.36 22/59
PESO (kg)	72.56 ± 9.87 50.0/91.6	69.76 ± 9.52 50.0/92.0
TALLA (cm)	164.50 ± 8.92 148.0/180.0	169.02 ± 9.34 148.0/182.0
ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC)	26.65 ± 2.09 22.22/29.79	25.99 ± 2.31 22.00/29.72
SEXO (m/f)	45.0%(18) / 55.0%(22)	40.0%(16) / 60.0%(24)
ASA (I y II)	70.0%(28) / 30.0%(12)	62.5%(25) / 37.5%(15)

Fuente: Guía de entrevista.

Análisis e Interpretación: En la tabla se muestran los datos generales de los pacientes por grupo de tratamiento, dando como resultado en la primera variable, que las edades oscilan entre rangos similares. Respecto al sexo se demuestra que tanto el grupo de tratamiento 1 (flujo bajo) y el grupo de tratamiento 0 (flujo alto), la mayor población sometida a procedimiento de colecistectomía por videolaparoscopia son de sexo femenino. En el riesgo anestésico-quirúrgico (ASA) para el grupo de tratamiento 1 (flujo bajo), de los cuales con ASA I (28 pacientes) y con ASA II (12 pacientes); tres de ellos con Diabetes Mellitus tipo 2, nueve pacientes con hipertensión arterial controlada. Mientras en el grupo de tratamiento 0 (flujo alto) de los cuales con ASA I (25 pacientes) y con ASA II (15 pacientes), en los cuales siete de ellos padecían de DM2 con tratamiento y nueve pacientes con HTA controlada. Los resultados obtenidos son casi similares con una diferencia tres pacientes por grupo. En cuanto al Peso, Talla e Índice de masa corporal, los resultados demostraron que existe una relación de valores similares entre el tratamiento 1 y el tratamiento 0.

GRÁFICA 1. RESULTADOS DE LOS DATOS GENERALES DE LOS PACIENTES POR GRUPO DE TRATAMIENTO



Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25.0

TABLA 2. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA HUMEDAD RELATIVA DE LOS GASES INSPIRADOS.

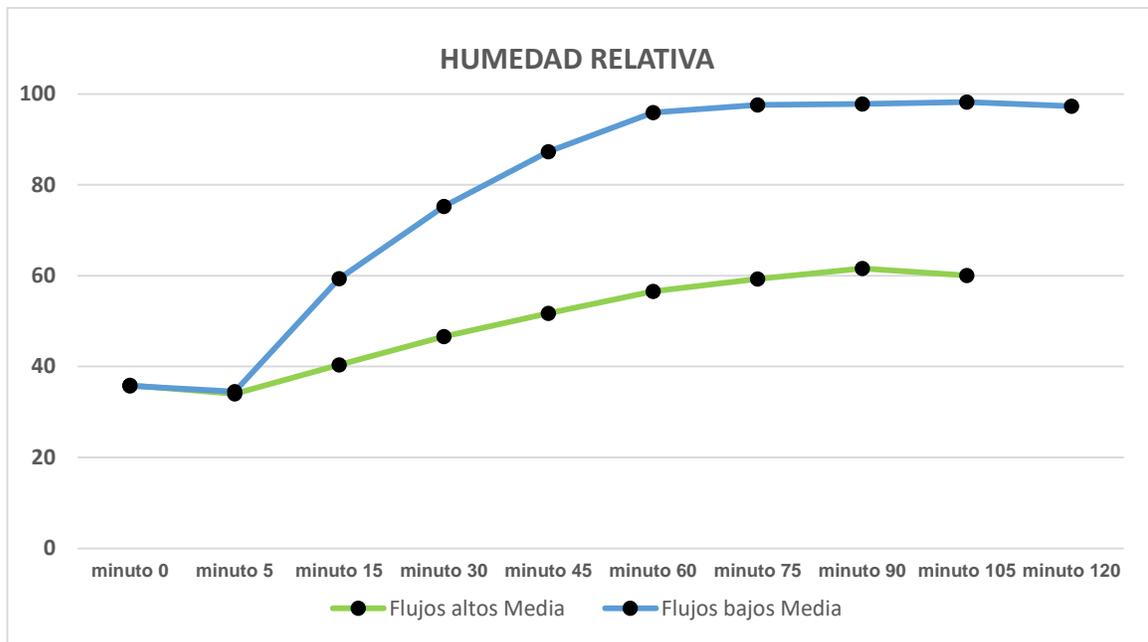
Esta recolección se llevó a cabo en el transoperatorio cada 5 minutos en ambos grupos, durante los 120 minutos mediante el uso del termómetro-higrómetro.

HUMEDAD RELATIVA		
GRUPOS	TRATAMIENTO 1 (N=40)	TRATAMIENTO 0 (N=40)
Humedad Relativa minuto 0	36.05 ± 2.480	35.70 ± 2.452
Humedad Relativa minuto 5	34.48 ± 2.207	33.95± 2.490
Humedad Relativa minuto 15	59.95 ± 8.305	40.35 ± 4.954
Humedad Relativa minuto 30	75.28 ± 9.902	46.60 ± 6.725
Humedad Relativa minuto 45	87.25 ± 9.095	51.73 ± 8.121
Humedad Relativa minuto 60	95.90 ± 5.642	56.56 ± 10.192
Humedad Relativa minuto 75	97.57 ± 3.013	59.28 ± 10.683
Humedad Relativa minuto 90	97.77 ± 2.259	61.59 ± 11.554
Humedad Relativa minuto 105	98.20 ± 1.476	60.04 ± 7.010
Humedad Relativa minuto 120	97.33 ± 1.155	-

Fuente: Guía de Observación.

Análisis e Interpretación: Los resultados reflejados en la tabla para ambos grupos de tratamientos, durante el minuto 0 y el minuto 5 indican que existe una similitud en la humedad relativa. Contrario a lo que sucede desde el minuto 15 hasta los 105 minutos; los resultados demuestran, que hay una mayor elevación de la humedad relativa de los gases inspirados para el tratamiento 1 (flujo bajo); en comparación con el tratamiento 0 (flujo alto). Posteriormente a los 120 minutos solo se reflejan datos en el tratamiento 1 (flujo bajo), por lo cual no se puede comparar resultados.

GRÁFICA 2. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA HUMEDAD RELATIVA DE LOS GASES INSPIRADOS.



Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25.0

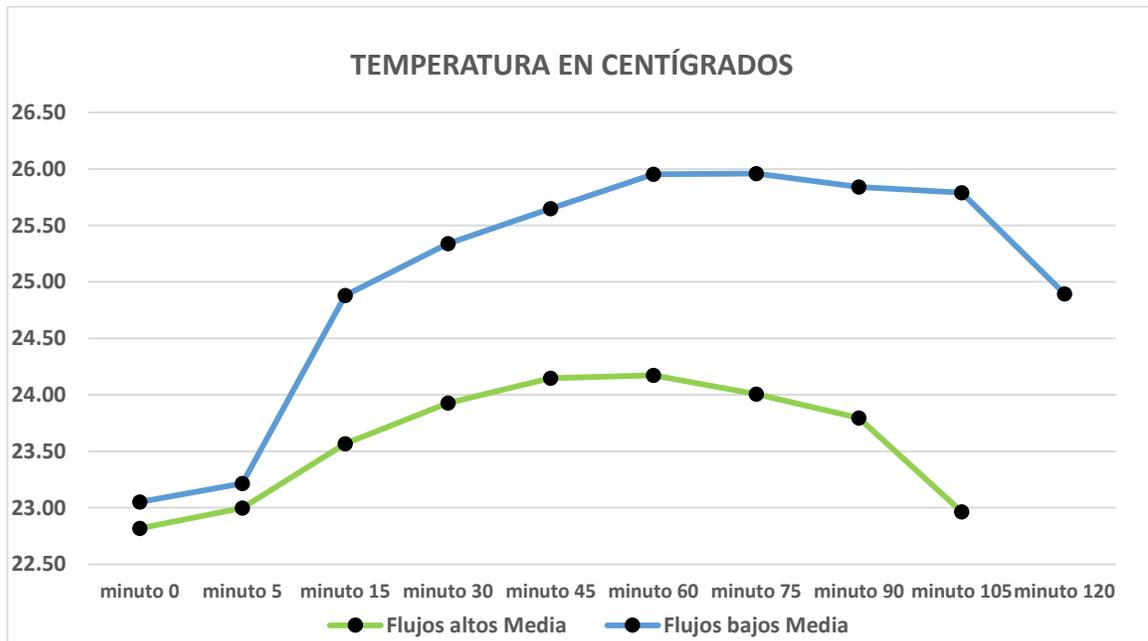
TABLA 3. RESULTADOS OBTENIDOS TEMPERATURA EN GRADOS CENTÍGRADO DE LOS GASES INSPIRADOS.

TEMPERATURA DE LOS GASES INSPIRADOS		
GRUPOS	TRATAMIENTO 1 (N=40)	TRATAMIENTO 0 (N=40)
Temperatura minuto 0	23.050 ± 0.4690	22.893 ± 0.4486
Temperatura minuto 5	23.215 ± 0.4780	23.045 ± 0.4674
Temperatura minuto 15	24.880 ± 0.9016	23.568 ± 0.5677
Temperatura minuto 30	25.340 ± 1.0360	23.928 ± 0.7470
Temperatura minuto 45	25.650 ± 1.0684	24.148 ± 0.7736
Temperatura minuto 60	25.955 ± 1.1622	24.172 ± 0.7911
Temperatura minuto 75	25.960 ± 1.1436	24.007 ± 0.6600
Temperatura minuto 90	25.841 ± 1.1899	23.795 ± 0.7625
Temperatura minuto 105	25.790 ± 1.1571	22.963 ± 0.8262
Temperatura minuto 120	24.893 ± 1.3614	-

Fuente: Guía de Observación.

Análisis e Interpretación: Los resultados reflejados en la tabla para ambos grupos de tratamientos, durante el minuto 0 y el minuto 5 indican que existe una similitud en la temperatura de los gases inspirados. Contrario a lo que sucede desde el minuto 15 hasta los 105 minutos; donde los resultados demuestran, que hay una mayor temperatura de los gases inspirados para el tratamiento 1 (flujo bajo); en comparación con el tratamiento 0 (flujo alto). Posteriormente a los 120 minutos solo se reflejan datos en el tratamiento 1 (flujo bajo), por lo cual no se puede comparar resultados.

GRÁFICA 3. RESULTADOS OBTENIDOS TEMPERATURA EN GRADOS CENTÍGRADOS DE LOS GASES INSPIRADOS



Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25.0

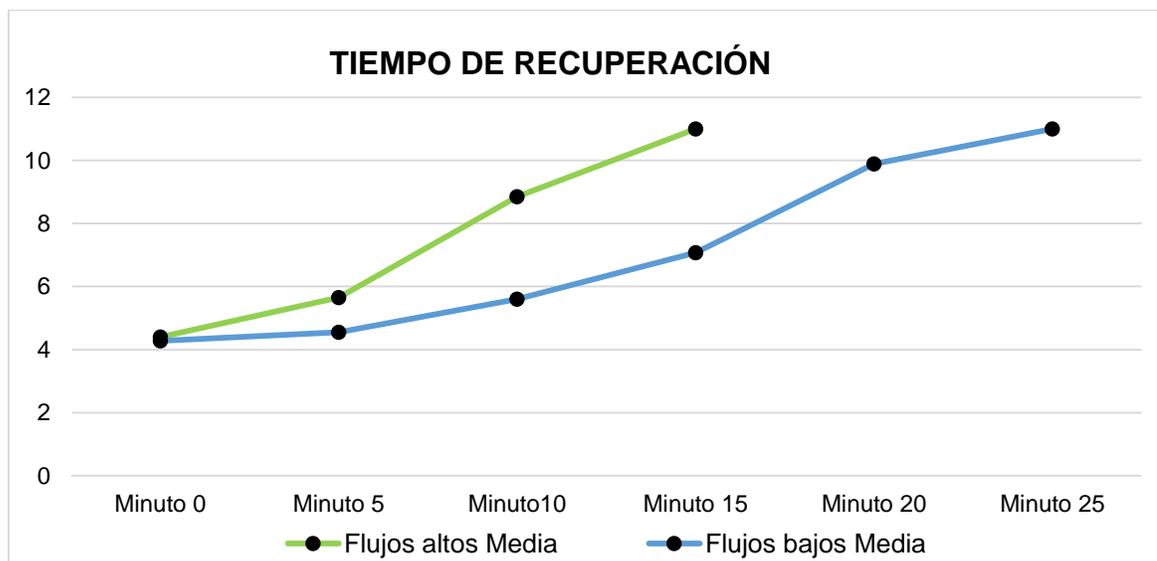
TABLA 4. RESULTADOS OBTENIDOS DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN ANESTÉSICA CON EL USO DE LA ESCALA DE ALDRETE MODIFICADA.

TIEMPO DE RECUPERACIÓN ANESTÉSICA		
GRUPOS	TRATAMIENTO 1 (N=40)	TRATAMIENTO 0 (N=40)
Tiempo. Rec. Min. 0	4.28 ± 0.506	4.40 ± 0.545
Tiempo. Rec. Min. 5	4.55 ± 0.714	5.65 ± 1.189
Tiempo. Rec. Min. 10	5.60 ± 1.033	8.85 ± 1.833
Tiempo. Rec. Min. 15	7.08 ± 1.289	11.00 ± 1.038
Tiempo. Rec. Min. 20	9.89 ± 1.811	-
Tiempo. Rec. Min. 25	11.00 ± 0.577	-

Fuente: Guía de Observación.

Análisis e Interpretación: Con respecto a esta tabla, se muestran todos los momentos en que se registró el tiempo de recuperación anestésica haciendo uso de la escala de Aldrete modificada. Primeramente se refleja los datos obtenidos desde que se cierra el vaporizador de sevoflurano minuto 0; al igual, en el minuto 5 para ambos grupos de tratamiento no existe diferencia en la recuperación. Al minuto 10 y minuto 15 para el tratamiento 0 (flujo alto), se refleja una pronta recuperación en comparación al tratamiento 1 (flujo bajo), que tiene una tardía en la recuperación anestésica, reflejada durante el minuto 20 y minuto 25.

GRÁFICA 4. RESULTADOS OBTENIDOS DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN ANESTÉSICA CON EL USO DE LA ESCALA DE ALDRETE MODIFICADA.



Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25.0

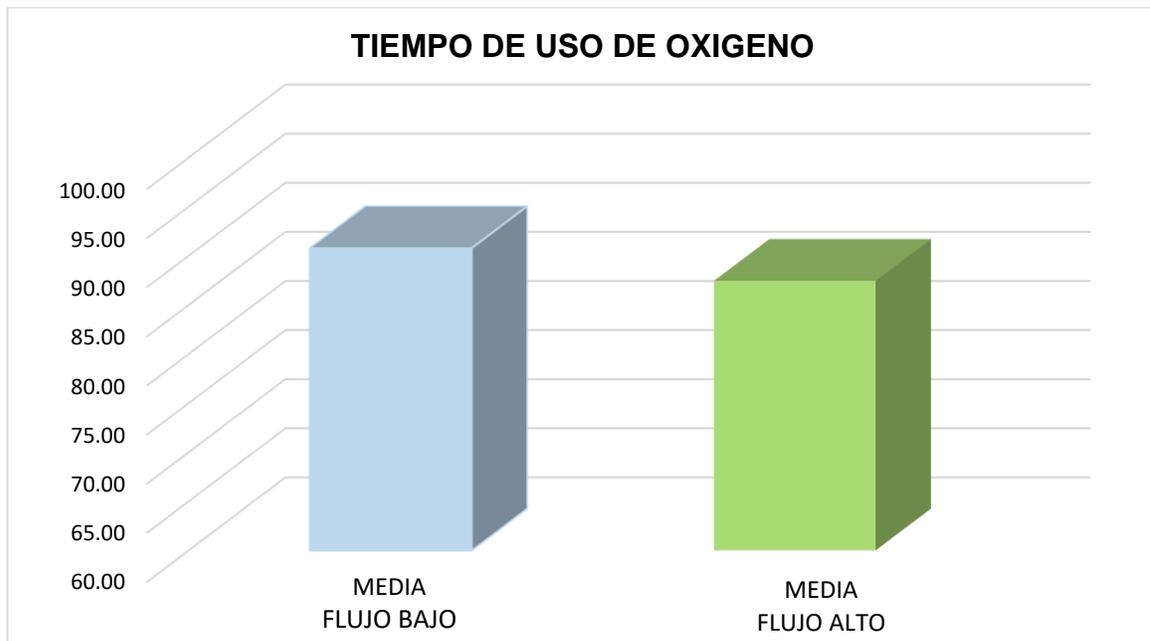
TABLA 5. RESULTADOS OBTENIDOS DEL TIEMPO DE USO DE OXÍGENO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.

TIEMPO DE USO DE OXÍGENO		
GRUPOS	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 0
PACIENTES (n)	40	40
TIEMPO DE USO DE O ₂	90.77 ± 17.483	87.45 ± 17.445

Fuente: Guía de Observación.

Análisis e Interpretación: Con respecto a esta tabla muestra el tiempo de uso de oxígeno durante todos los procedimientos realizados, el cual se puede observar que ambos grupos de tratamientos mantienen el tiempo de uso de oxígeno en rangos similares.

GRÁFICA 5. RESULTADOS OBTENIDOS DEL TIEMPO DE USO DE OXÍGENO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.



Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25.0

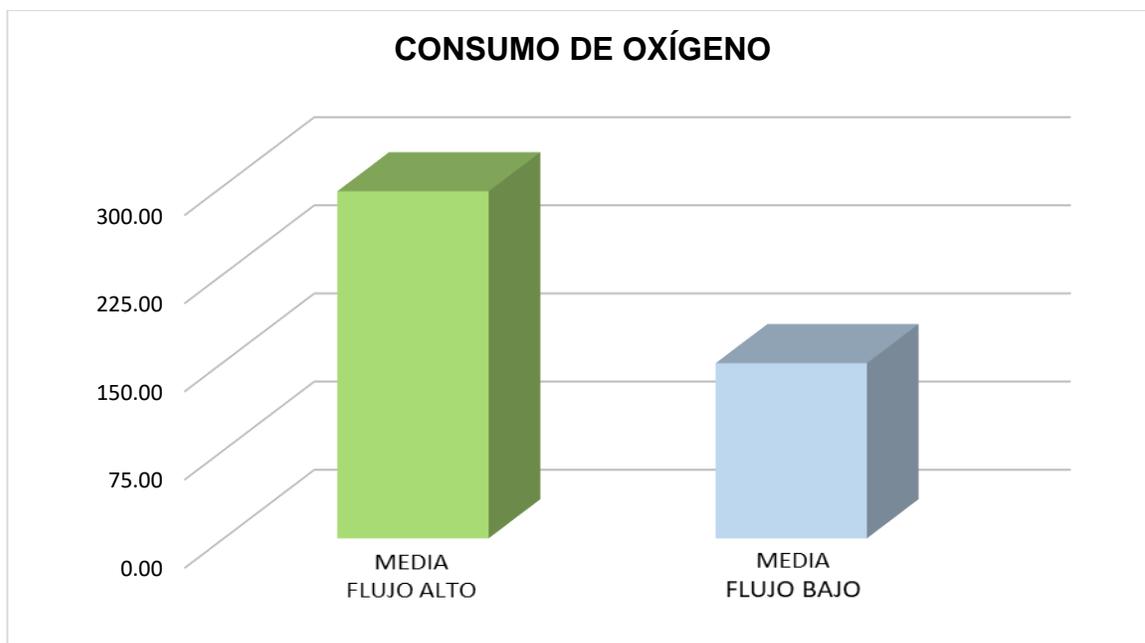
TABLA 6. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CONSUMO DE OXÍGENO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.

CONSUMO DE OXÍGENO		
GRUPOS	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 0
PACIENTES (n)	40	40
CONSUMO DE USO DE O ₂	148.85 ± 18.520	295.12 ± 59.927

Fuente: Guía de Observación.

Análisis e Interpretación: Con respecto a esta tabla muestra los resultados de los procedimientos realizados, los cuales reflejan que el tratamiento 1 tiene una reducción del consumo de oxígeno, mientras el tratamiento 0 refleja un mayor consumo de oxígeno.

GRÁFICA 6. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CONSUMO DE OXÍGENO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.



Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25.0

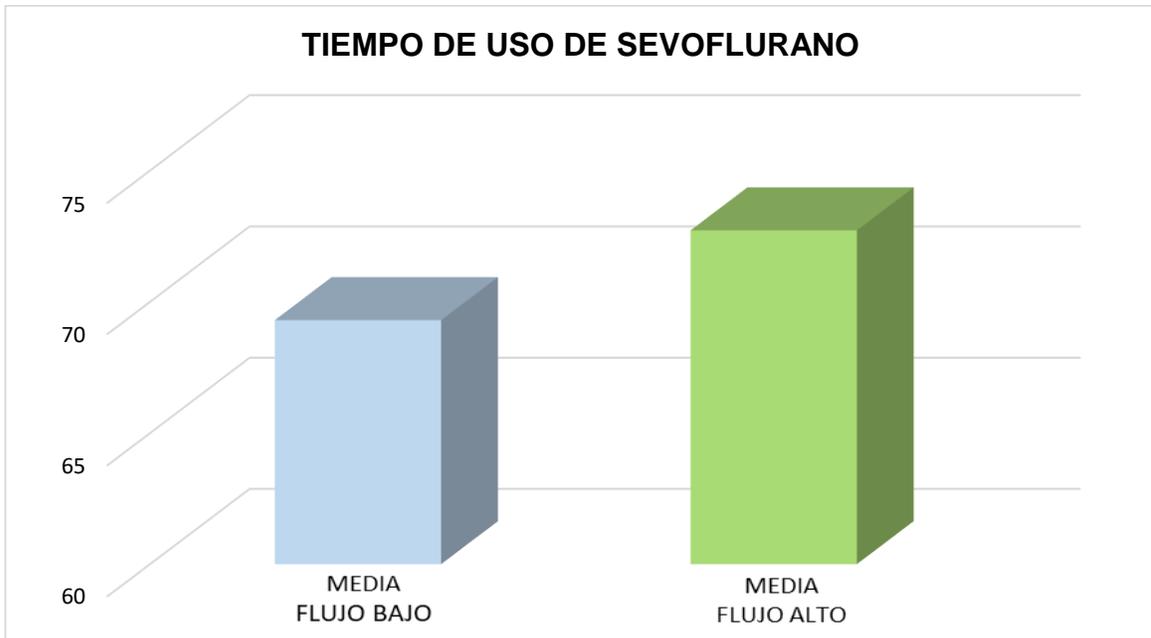
TABLA 7. RESULTADOS OBTENIDOS DEL TIEMPO DE USO DE SEVOFLURANO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.

TIEMPO DE USO DE SEVOFLURANO		
GRUPOS	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 0
PACIENTES (n)	40	40
TIEMPO DE USO DE SEVOFLURANO	69.30 ± 17.393	72.72 ± 17.653

Fuente: Guía de Observación.

Análisis e Interpretación: Con respecto a esta tabla muestra el tiempo de uso de Sevoflurano durante todos los procedimientos realizados, el cual se puede observar que ambos tratamientos, mantienen el tiempo de uso de Sevoflurano en rangos similares.

GRÁFICA 7. RESULTADOS OBTENIDOS DEL TIEMPO DE USO DE SEVOFLURANO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.



Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25.0

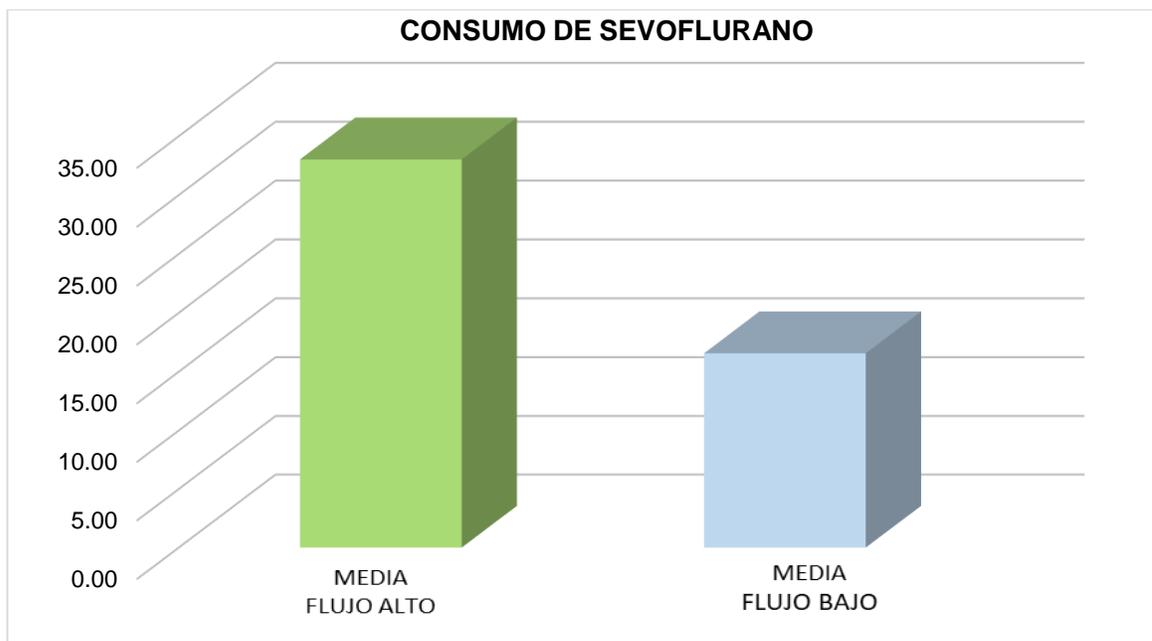
TABLA 8. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CONSUMO DE SEVOFLURANO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.

CONSUMO DE SEVOFLURANO		
GRUPOS	TRATAMIENTO 1 (N=40)	TRATAMIENTO 0 (N=40)
CONSUMO DE USO DE SEVOFLURANO	16.55 ± 2.084	33.02 ± 6.415

Fuente: Guía de Observación.

Análisis e Interpretación: Con respecto a esta tabla muestra el consumo de Sevoflurano durante todos los procedimientos realizados, reflejando que el tratamiento 1 tiene una reducción del consumo de Sevoflurano, mientras el tratamiento 0 refleja que es mayor gasto del consumo de Sevoflurano.

GRÁFICA 8. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CONSUMO DE SEVOFLURANO DURANTE TODO EL PROCEDIMIENTO.



Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25.0

TABLA 9. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CONTAMINACIÓN EN EL QUIRÓFANO

CONTAMINACIÓN DEL QUIRÓFANO		
GRUPOS	TRATAMIENTO 1 (N=40)	TRATAMIENTO 0 (N=40)
CONTAMINACIÓN DE RESIDUOS DE SEVOFLURANO EN EL QUIROFANO	0.000 ± 0.0000	0.000 ± 0.0000

Fuente: Guía de Observación. Programa estadístico SPSS versión 25.0 dónde: las variables cuantitativas se expresan como media ± desviación estándar.

Análisis e Interpretación: Con respecto a esta tabla muestra que para ambos grupos de tratamiento con la variable de contaminación en el quirófano no se observa datos; por lo cual no se puede hacer comparación.

5.2 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.

En la historia de la cirugía, la invasión ha sido primordial para el desarrollo de nuevas técnicas quirúrgicas y anestésicas. Durante mucho tiempo en la anestesia se ha buscado el mínimo daño físico y fisiológico al paciente, con el pasar del tiempo se ha venido mejorando las técnicas anestésicas en donde el mayor beneficiado es el paciente. La anestesia general a flujo bajo de gas fresco es un procedimiento muy seguro y beneficioso para el paciente, además de ser una opción inteligente a nivel financiero y ecológico. Sin embargo, el usuario debe estar al tanto de la dinámica de un sistema de anestesia que funciona con flujo bajo de gas fresco y debe conocer los requisitos técnicos que debe cumplir un sistema de anestesia para un funcionamiento seguro. La existencia de estudios recientes en donde se describe la efectividad de la anestesia general a flujos bajos con sevoflurano, son casi nulos, lo cual nos motivó a la realización del proceso investigativo donde se quiere comprobar cuál es la efectividad de la anestesia general a flujos bajos con sevoflurano en pacientes de colecistectomía por videolaparoscopia con un margen de tiempo quirúrgico ≤ 2 horas.

Se incluyó una muestra de 80 pacientes; conformaron dos grupos de tratamiento; tratamiento 1: anestesia general a flujos bajos de oxígeno (1lts/min) con sevoflurano y el tratamiento 0: anestesia general a flujos altos de oxígeno (3lts/min) con sevoflurano; 40 que representan el tratamiento 1 y 40 que representan el tratamiento 0. Entre ellos se obtuvieron los datos mediante la guía de entrevista y guía de observación, dichas guías nos ayudaron a llegar a la comprobación de la Hipótesis planteada al inicio de la investigación.

La comprobación de la hipótesis se llevó a cabo por medio del programa estadístico SPSS versión 25.0; con el uso de diferentes pruebas estadísticas para llevar a cabo el análisis de los datos recolectados, para el conocimiento de la distribución de normalidad se utilizó Shapiro-Wilk que es el adecuado cuando las muestras son pequeñas (en nuestro estudio cada muestra es de 40 pacientes) para la toma de decisiones se tomó la significancia todo valor mayor a 0.05 se aceptará

que tienen una distribución normal; pero si es igual o menor de 0.05 se acepta que no tienen una distribución normal.

Cuando los datos tenían una distribución normal se le aplicó la prueba T de Student, dicha prueba se basa en supuestos teóricos para utilizarse. Dichos supuestos matemáticos las hacen válidas, al momento de analizar las mediciones de las observaciones, se tienen procedimientos de gran potencia-eficiencia para evitar errores. Para esto las varianzas de los grupos debían ser homogéneas, las observaciones deben ser independientes y se deben efectuar en universos poblacionales distribuidos normalmente. Para lo referido al nivel de significancia bilateral, para todo valor igual o menor de 0.05 se aceptará que hay diferencia significativa. Pero si el valor es mayor de 0.05 se acepta que no hay diferencia significativa.

Para los datos que no tenían distribución normal se le aplicó la prueba U Mann-Whitney, esta prueba estadística es útil para las mediciones que se pueden ordenar en escala ordinal, es decir, cuando los valores tienden a una variable continua, pero que no tienen una distribución normal y resulta aplicable cuando las muestras son independientes. Este procedimiento es útil cuando no se puede aplicar la prueba T de Student, por la razón de no cumplir con los requisitos que la prueba exige. En cuanto al nivel de significancia bilateral, para todo valor igual o menor de 0.05 se aceptará que hay diferencia significativa y si el valor es mayor de 0.05 se aceptará que no hay diferencia significativa.

Con los resultados obtenidos se da como aceptada la hipótesis de investigación que es la siguiente: La anestesia general a flujos bajos con sevoflurano es efectiva en pacientes de colecistectomía por videolaparoscopia, Hospital Nacional Regional "San Juan de Dios" de San Miguel, año 2019. La cual aporta una mejor humedad relativa y temperatura °c de los gases inspirados, una disminución del consumo de sevoflurano y oxígeno. Los resultados fueron los siguientes.

TABLA 10. RESULTADOS DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA U DE MANN-WHITNEY EN LOS MOMENTOS QUE FUE TOMADA LA HUMEDAD RELATIVA.

PRUEBAS DE DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES				
PAREJAS DE COMPARACIÓN	DIFERENCIA DE RANGOS		U	Sig. (Bilateral)
	Rango Promedio	Suma de Rangos		
Tratamiento 1: Minuto 0	42.10	1684.00		
Tratamiento 0: Minuto 0	38.90	1556.00	736.000	0.534
Tratamiento 1: Minuto 5	42.44	1677.50		
Tratamiento 0: Minuto 5	38.56	1542.50	722.500	0.451
Tratamiento 1: Minuto 15	60.06	2402.50		
Tratamiento 0: Minuto 15	20.94	837.50	17.500	0.000
Tratamiento 1: Minuto 30	60.00	2400.00		
Tratamiento 0: Minuto 30	21.00	840.00	20.000	0.000
Tratamiento 1: Minuto 45	60.40	2416.00		
Tratamiento 0: Minuto 45	20.60	824.00	4.000	0.000
Tratamiento 1: Minuto 60	59.49	2379.50		
Tratamiento 0: Minuto 60	20.01	780.50	0.500	0.000
Tratamiento 1: Minuto 75	47.00	1645.00		
Tratamiento 0: Minuto 75	15.00	435.00	0.000	0.000
Tratamiento 1: Minuto 90	33.50	737.00		
Tratamiento 0: Minuto 90	11.50	253.00	0.000	0.000
Tratamiento 1: Minuto 105	13.50	135.00		
Tratamiento 0: Minuto 105	4.50	36.00	0.000	0.000
Tratamiento 1: Minuto 120	2.00	6.00		
Tratamiento 0: Minuto 120	0.00	0.00	.	.

Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25.0

Esta tabla representa los resultados de la humedad relativa de los gases inspirados, a todas se le aplicó la prueba U de Mann-Whitney. Teniendo una significancia bilateral de 0.534 para la variable del minuto 0, y una significancia bilateral de 0.451 para el minuto 5, el cual indica que es mayor a un nivel de probabilidad de error de 0.05, con lo cual se afirma que no hay diferencia significativa; dado que durante la inducción anestésica, ambos tratamientos se administra flujos de oxígeno alto. Cuando el paciente está intubado se cambia el litraje de oxígeno correspondiente a cada técnica, para el resto de las variables la significancia bilateral fue de 0.000; el cual es menor a un nivel de probabilidad de error de 0.05, con lo cual se afirma que hay diferencia significativa; lo que quiere decir, que se toma como aceptada la H_1 y se rechaza la H_0 . Teniendo en cuenta que durante la recuperación anestésica para ambos tratamientos se eleva el flujo de oxígeno. Para la variable de la humedad relativa a los 120 minutos no se puede realizar comparación entre ambos grupos porque el tratamiento 0 no tiene resultados registrados. Por todo lo anterior se da como aceptada la Hipótesis de Investigación planteada al inicio de la investigación; lo cual hacer ver que los pacientes que son sometidos a la anestesia general a flujos bajos con sevoflurano tienen una mayor humedad relativa de los gases inspirados. Todo lo anterior se corrobora en el estudio publicado por Christian Hönemann y Bert Mierke (Low-flow, minimal-flow and metabolic-flow anaesthesia), en el 2017.

TABLA 11. RESULTADOS DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA T-STUDENT EN LOS MOMENTOS QUE FUE TOMADA LA TEMPERATURA EN GRADOS CENTÍGRADOS DE LOS GASES INSPIRADOS.

PRUEBAS DE DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES				
PAREJAS DE COMPARACIÓN	DIFERENCIA DE RANGOS		T	Sig. (Bilateral)
	Valores de Medias	Diferencia de las medias		
Tratamiento 1: Minuto 0	23.050			
Tratamiento 0: Minuto 0	22.893	0.1575	1.535	0.129
Tratamiento 1: Minuto 5	23.215			
Tratamiento 0: Minuto 5	22.045	0.1700	1.608	0.112
Tratamiento 1: Minuto 15	24.880			
Tratamiento 0: Minuto 15	23.568	1.3125	7.791	0.000
Tratamiento 1: Minuto 30	25.340			
Tratamiento 0: Minuto 30	23.928	1.4125	6.995	0.000
Tratamiento 1: Minuto 45	25.650			
Tratamiento 0: Minuto 45	24.148	1.5025	7.204	0.000
Tratamiento 1: Minuto 60	25.955			
Tratamiento 0: Minuto 60	24.172	1.7832	7.952	0.000
Tratamiento 1: Minuto 75	25.960			
Tratamiento 0: Minuto 75	24.007	1.9531	8.136	0.000
Tratamiento 1: Minuto 90	25.841			
Tratamiento 0: Minuto 90	23.795	2.0465	5.793	0.000
Tratamiento 1: Minuto 105	25.790			
Tratamiento 0: Minuto 105	22.963	2.9270	3.757	0.002
Tratamiento 1: Minuto 120	24.893			
Tratamiento 0: Minuto 120

Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25.0

Esta tabla representa los resultados de la temperatura en grados centígrados de los gases inspirados, a todas se le aplicó la prueba T de Student. Teniendo una significancia bilateral de 0.129 para la variable del minuto 0, y una significancia bilateral de 0.112 para el minuto 5, el cual indica que es mayor a un nivel de probabilidad de error de 0.05; con lo cual se afirma que no hay diferencia significativa entre ambos grupos, dado que durante la inducción anestésica, ambos tratamientos se administra flujos de oxígeno alto; cuando el paciente está intubado se cambia el litraje de oxígeno correspondiente a cada técnica. Teniendo una significancia de 0.000 para el resto de las variables, de ambos grupos de tratamiento, tal dato es menor a un nivel de probabilidad de error de 0.05, con lo cual se afirma que hay diferencia significativa; lo que quiere decir, que se toma como aceptada la H_1 y se rechaza la H_0 ; teniendo en cuenta que durante la recuperación anestésica para ambos tratamientos se eleva el flujo de oxígeno, en consecuencia comienza a descender la temperatura de los gases inspirados para los dos grupos. En la variable de la temperatura a los 120 minutos no se le puede calcular la significancia, porque no existen datos que se puedan comparar dado que el tratamiento 0 (flujo alto), no tiene registro de resultado. Tomando en cuenta los resultados obtenidos hace ver que los pacientes que son sometidos a la anestesia general a flujos bajos, tienen una mayor temperatura de los gases inspirados. Comprobando así, lo descrito en el estudio publicado por la Revista Mexicana de Anestesiología (Flujos bajos en anestesia) por el Dr. José Manuel Portela Ortiz, Dr. Christopher Hernández Cortés, y la Dra. Carolina Delgadillo Arauz en el año 2015.

TABLA 12. RESULTADOS DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA U DE MANN-WHITNEY EN LOS MOMENTOS QUE FUE TOMADA LA RECUPERACIÓN ANESTÉSICA CON EL USO DE LA ESCALA DE ALDRETE MODIFICADA.

PRUEBAS DE DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES				
PAREJAS DE COMPARACIÓN	DIFERENCIA DE RANGOS		U	Sig. (Bilateral)
	Rango Promedio	Suma de Rangos		
Tratamiento 1: Minuto 0 Tratamiento 0: Minuto 0	38.06 42.94	1522.50 1717.50	702.500	0.270
Tratamiento 1: Minuto 5 Tratamiento 0: Minuto 5	30.34 50.66	1213.50 2026.50	393.500	0.000
Tratamiento 1: Minuto 10 Tratamiento 0: Minuto 10	22.93 58.08	917.00 2323.00	97.000	0.000
Tratamiento 1: Minuto 15 Tratamiento 0: Minuto 15	20.89 46.39	835.50 649.50	15.500	0.000
Tratamiento 1: Minuto 20 Tratamiento 0: Minuto 20	18.00 0.00	630.00 0.00	.	.
Tratamiento 1: Minuto 25 Tratamiento 0: Minuto 25	4.00 0.00	28.00 0.00	.	.

Fuente: Programa estadístico SPSS versión 25.0

Esta tabla representa los resultados del tiempo de recuperación anestésica con el uso de la escala de Aldrete modificada, ambos grupos se le aplicó la prueba U de Mann-Whitney. Para la variable del minuto 0 de la recuperación anestésica, al momento que se hizo el cierre del vaporizador de sevoflurano, dio una significancia bilateral de 0.270 el cual es mayor a un nivel de probabilidad de error de 0.05, con lo cual se afirma que no hay diferencia significativa. En las variables de la recuperación a los 5 minutos, 10 minutos y 15 minutos para ambos tratamientos dio como resultado una significancia bilateral de 0.000, el cual es menor a un nivel de probabilidad de error de 0.05, con lo cual se afirma que hay diferencia significativa; para la variable de los minutos 20 y 25 no se puede comparar significancia bilateral, debido que los pacientes que son sometidos a la anestesia general a flujos bajos, tienen una recuperación anestésica tardía, cosa que no sucede con los pacientes que son sometidos a la anestesia general a flujos altos, su recuperación es más pronta. Por tal razón, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis de investigación. Comprobando así lo descrito por Christian Hönemann BM (Anestesia de flujo bajo, flujo mínimo y flujo metabólico “técnicas clínicas para uso con sistema de reinhalación”), en el 2004.

TABLA 13. RESULTADOS DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA U DE MANN-WHITNEY PARA EL TIEMPO DE USO Y EL CONSUMO TOTAL DE OXÍGENO DURANTE EL PROCEDIMIENTO.

PRUEBAS DE DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES				
PAREJAS DE COMPARACIÓN	DIFERENCIA DE RANGOS		U	Sig. (Bilateral)
	Rango Promedio	Suma de Rangos		
Tratamiento 1: Flujo Bajo Tiempo de uso de oxígeno	42.45	1698.00	722.000	0.452
Tratamiento 0: Flujo Alto Tiempo de uso de oxígeno	38.55	1542.00		
Tratamiento 1: Flujo Bajo Consumo de uso de oxígeno	21.50	860.00	40.000	0.000
Tratamiento 0: Flujo Alto Consumo de uso de oxígeno	59.50	2380.00		

Fuente: Programa Estadístico SPSS versión 25.0

Esta tabla representa los resultados del tiempo de uso del oxígeno para ambos grupos se le aplicó la prueba U de Mann-Whitney, teniendo una significancia bilateral de 0.452 el cual, es mayor a un nivel de probabilidad de error de 0.05, por lo cual, se afirma que no hay diferencia significativa entre ambos grupos de tratamiento. Para los datos obtenidos del consumo total de oxígeno para ambos grupos, da una significancia bilateral de 0.000 el cual, es menor a un nivel de probabilidad de error de 0.05, afirmando que hay diferencia significativa. Lo que quiere decir que se toma como aceptada la H_1 y se rechaza la H_0 . Lo cual hacer ver que los pacientes que son sometidos a la anestesia general a flujos bajos con sevoflurano, tienen un menor consumo de oxígeno a pesar de tener un tiempo de recuperación prolongado. Demostrando que en flujos bajos hay un ahorro de 146 litros por procedimiento anestésico en comparación a flujos altos. Así como, se describe en la revista de la Association of Anaesthetists of Gt Britain and Ireland (Low-flow anaesthesia.de Baum JA), en el 1995.

TABLA 14. RESULTADOS DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA T-STUDENT PARA EL TIEMPO DE USO Y EL CONSUMO TOTAL DE SEVOFLURANO DURANTE EL PROCEDIMIENTO.

PRUEBAS DE DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES				
PAREJAS DE COMPARACIÓN	DIFERENCIA DE RANGOS		T	Sig. (Bilateral)
	Valores de Medias	Diferencia de las medias		
Tratamiento 1: Flujo Bajo Tiempo de uso de Sevoflurano	69.300	-3.425	-0.879	0.382
Tratamiento 0: Flujo Alto Tiempo de uso de Sevoflurano	72.725			
Tratamiento 1: Flujo Bajo Consumo de uso de Sevoflurano	16.558	-16.468	-15.441	0.000
Tratamiento 0: Flujo Alto Consumo de uso de Sevoflurano	33.026			

Fuente: Programa Estadístico SPSS versión 25.0

Esta tabla representa los resultados del tiempo de uso del Sevoflurano para ambos grupos se le aplicó la prueba T de Student, teniendo una significancia bilateral de 0.382 el cual, es mayor a un nivel de probabilidad de error de 0.05, afirmado así, que no hay diferencia significativa entre ambos grupos de tratamiento. Para los datos obtenidos del consumo total de Sevoflurano para ambos grupos se le aplicó la prueba T de Student, teniendo una significancia bilateral de 0.000 siendo menor a un nivel de probabilidad de error de 0.05, afirmando que si hay diferencia significativa. Tomando como aceptada la H_1 y se rechaza la H_0 . Lo cual, demostró que el consumo de sevoflurano por procedimiento anestésico, es menor en el tratamiento 1 (flujos bajos); encontrando que para proporcionar anestesia general a flujos altos con sevoflurano a los 40 pacientes se utilizaron 10 frascos de Sevoflurano (250 ml c/u), en comparación a la anestesia general a flujos bajos con sevoflurano, en el cual se utilizaron para los 40 pacientes 4.44 frascos de Sevoflurano (250 ml c/u), evidenciándose así un ahorro en el consumo de Sevoflurano al utilizar la técnica anestésica a flujos bajos. Al igual como se comprueba en el estudio del Dr. Gabriel Olivas Sobre la Eficacia y costos de la anestesia con sevoflurano a flujos bajos en pacientes sometidos a cirugía en el Hospital Alemán Nicaragüense, durante enero-febrero del 2017.

En cuanto a la verificación de la presencia de gases anestésicos en el ambiente del quirófano posterior al procedimiento quirúrgico muchos artículos como el realizado por Leonardo V. sobre Costo de la anestesia general con flujos altos, medios, bajos y mínimos estudio comparativo realizado en el Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, en él se hace mención que la utilización de flujos bajos y, sobre todo, de circuito cerrado reduce notablemente la contaminación de quirófano y del medio ambiente por los anestésicos halogenados; No obstante, el riesgo de contaminación de quirófano con el uso de flujos altos debería quedar minimizado con la utilización sistemática de los sistemas antipolución existentes, fácilmente adaptables a los respiradores y aparatos de anestesia, sin embargo como grupo investigador no fuimos capaces de comprobar dicho beneficio ya que no contábamos con un analizador de gases anestésicos residuales lo suficiente sensible para dicho estudio.

Por todo lo discutido con anterioridad se determina que la anestesia general a flujos bajos con sevoflurano es efectiva en pacientes de colecistectomía por videolaparoscopia.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Al finalizar el tema de investigación, Anestesia General a Flujos Bajos con Sevoflurano en pacientes de Colectomía por Videolaparoscopia, Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios”, Miguel, año 2019. Se declara como grupo de estudio que no se tienen conflictos de interés, de orden económico, institucional, laboral o personal.

Se concluyó que la anestesia general a flujos bajos proporciona una mayor humedad relativa de los gases inspirados.

En la anestesia general a flujos bajos se mantiene una mayor estabilidad de la temperatura de los gases inspirados.

La recuperación anestésica con el uso de la escala de Aldrete modificada se concluyó, que la anestesia general a flujos bajos con Sevoflurano, el tiempo de despertar post-anestésico es más tardío entre (20-25 minutos).

Referente al consumo de oxígeno y sevoflurano por procedimiento anestésico; al utilizar la anestesia a flujos bajos, se demostró un menor consumo de oxígeno y de sevoflurano, logrando un mayor ahorro desde el punto de vista económico.

Respecto al riesgo anestésico, queda demostrado que es una técnica segura, similar en seguridad a la anestesia general a flujos altos; no teniendo morbi-mortalidad trans o post-anestésica, en ambos grupos de tratamiento.

Referente a la verificación de la presencia de gases anestésicos en el ambiente del quirófano posterior al procedimiento anestésico, no se logró determinar porque, no se contaba con un dispositivo capaz de censar la polución de agente anestésico en el ambiente del quirófano.

6.2 RECOMENDACIONES

Al finalizar el tema de investigación, Anestesia General a Flujos Bajos con Sevoflurano en pacientes de Colectomía por Videolaparoscopia Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios”, San Miguel, año 2019. Se tienen como recomendaciones:

Para el uso de la técnica anestésica a flujos bajos de oxígeno se recomienda al personal de anestesiología, que el quirófano tenga una máquina de anestesia que cuente con un analizador de gases y vapores inhalados, para un mejor control del paciente.

Se recomienda al personal de anestesiología, revisar y verificar el estado de la cal sodada, de ser posible previo a cada procedimiento anestésico.

Para que la técnica anestésica a flujos bajos sea más efectiva, se recomienda al personal de anestesiología, encender el calentador de gases inspirados; para mantener una temperatura y humedad ideal de los mismos.

Para una pronta recuperación de la anestesia se recomienda, cerrar el dial del vaporizador 20 minutos antes de la finalización del procedimiento quirúrgico, y elevar el FGF a 6 lts/min para realizar un barrido interno del gas dentro del circuito circular.

Se recomienda al personal de anestesiología, difundir y promover el uso de esta técnica anestésica a flujos bajos de oxígeno con sevoflurano, dado a su menor consumo de oxígeno y sevoflurano; ya que garantiza una disminución en el gasto hospitalario por atención anestésica al paciente.

Se recomienda a los docentes de la Universidad de El Salvador y el Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios” de San Miguel, realizar una inducción y entrenamiento básico sobre la técnica de anestesia general a flujos bajos, siendo impartida por personal capacitado para poder obtener los beneficios que dicha técnica brinda.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cifuentes REC. Anestesia segura con flujos bajos. Revista Colombiana de Anestesiología. 1999; 3.
2. Baum JA. Low-flow anaesthesia. The Association of Anaesthetists of Gt Britain and Ireland. 1995; 50.
3. M G. G. M. Low and minimal flow anesthesia.. 2012; 2.
4. L. V. Costo de la anestesia general con flujos altos, medios, bajos y minimos Estudio Comparativo. hospital nacional guillermo almenara irigoyen. .
5. M SG. Anestesia General balanceada con Flujos bajos. Artículo de estudio. Cochabamba: El Hospital Clínico "Viedma" (HCV), Bolivia ; 2001-2005. .
6. Ruiz SC. Anestesia a flujos bajos en cirugías de alta complejidad. Estudio. Lima: Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, Perú.; 2008. .
7. F. VO. Sevoflurano (sevorane) en flujos bajos con anestesia general. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. 2009. .
8. DCFS F. Anestesia de bajo flujo: La eficacia y los resultados de la mascarilla laríngea frente a la presión del tubo endotraqueal con manguito-optimizado. Residencia de anestesiología. 2010. .
9. A. Fernando. Efectos del sevoflurano en anestesia flujo bajo sobre la función renal. Avances de la anestesia. 2010. .
- 10 J. Thomas Ebert SA. Anestésicos Inhalados. In Barash PG. ANESTESIA . CLÍNICA. Barcelona, España: Wolters Kluwer; 2017.
- 11 Honemann Christian BM. Anestesia de flujo bajo, flujo mínimo y flujo metabólico . "Técnicas clínicas para uso con sistemas de reinhalación". 2004.
- 12 Sánchez SM. Anestesiología, Fisiología y Farmacología Cali, Colombia: . Universidad del Valle; 2008.
- 13 Duque DGR. Manual Anestesia Inhalatoria Bogotá, Colombia: Abbott . Laboratori; 2007.
- 14 Aldrete DJA. Texto de anestesiología teórico-práctica Mexico D.F: El Manual . Moderno; 2004.

- 15 Jimenez, Criado GdVNR. Fundamentos practicos en anestesiología y . reanimacion: Bristol-Myers Squibb.; 2008.
- 16 Muriel AG. Otra CAM: la CAM. [Online].; 2014 [cited 2018 Noviembre 25. . Available from: <https://anestesiario.org/2014/otra-cam-la-cam-bs/>.
- 17 Bocanegra, Juan LBLT. Anestesia balanceada Colombia: sociedad Colombiana . de Anestesiología y Reanimacion, Scare 2011; 2010.
- 18 Vásquez MP. Sevoflurano. [Online]. [cited 2018 Noviembre 25. Available from: . <http://www.revcolanestold.com.co/pdf/esp/1992/1992%20Abril%20-%20JUnio/mejor/Sevoflurano.pdf>.
- 19 Vademecum Chile. [Online]. [cited 2018 09 26. Available from: . <http://cl.prvademecum.com/producto.php?producto=5519>.
- 20 G. Edward Morgan jr MSM. Anestesiología clínica México D.F: El Manual . Moderno; 2003.
- 21 Randa Hilal-Dandan LLBGaG. Manual de farmacología y terapéutica México: . McGRAW-HILL; 2008.
- 22 Centro Para El Control Estatal De Medicamentos, Equipos y Dispositivos . médicos. Informe Farmacológico. Cuba: Ministerio de Salud Publica de Cuba; 2018.
- 23 Santos JD. Uso del sevoflurano en anestesia con bajos flujos. Boletin Médico . de Postgrado. 2006 enero-junio; XXII(1).
- 24 Portela Jose CHCD. Flujos bajos en anestesia. 2015; Vol. 38.
- 25 Draguer. Conocimientos tecnológicos sobre la anestesia a flujos bajos y flujos . mínimos. Drager. 2017.
- 26 Sylvester J. Humedad en anestesia. 2017.
- 27 Hernandez, Claudia RORG. EFectos de la humidificación de gases sobre la . mecánica ventilatoria: estudio experimental. 2011; Vols. 70-Num 4:247-251.
- 28 Quijada AJ. Humedificación y filtrado de la vía aérea artificial. 2004; 1.

- 29 Fuente DAP. Cuidados en el paciente con asistencia respiratoria mecánica. [Online].; 2003 [cited 2019 abril 16. Available from: <https://www.intramed.net/contenidover.asp?contenidoid=24148&pagina=2>.
- 30 (NIOSH) INpISySO. Scielo. [Online].; 2007 [cited 2019 febrero 17. Available from: https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2007-151_sp/default.html.
- 31 Laster MJ FZE. Specific gravities of desflurano, enflurano, halothane, isoflurane, and sevoflurane. Anesth Analg. 1994; 78.
- 32 Aldrete JA. Criterios para dar de alta El puntaje de recuperación post anestésica. Revista Colombiana de Anestesiología. 1996; 24.
- 33 Mindray Bio Medical Electronics Co. [Online]. [cited 2018 septiembre 27. Available from: <http://www.mindray.com/es/product/A5.html>.
- 34 MedWrench. [Online].; 2017 [cited 2018 diciembre 12. Available from: <https://www.medwrench.com/equipment/3951/mindray-a5>.
- 35 Mindray. Mindray vaporizador v60 informe. Alemania : s.n., 2000. .
- 36 Orsingher DO. 2014. [Online].; Administración Nacional de Medicamentos y Tecnología Médica [cited 2018 diciembre 12. Available from: http://www.anmat.gov.ar/boletin_anmat/Junio_2014/Dispo_4206-14.pdf.
- 37 Electroinformaticaxxi. [Online]. [cited 2018 diciembre 12. Available from: <http://electroinformaticaxxi.com/termometros/55-higrometro-termometro-con-sonda-externa-protegida-ideal-incubadoras-camaras-frigorificas-0739450516679.html>.
- 38 Kathleen Heneghan RM. American college of surgeon. [Online]. [cited 2018 diciembre 9. Available from: [https://www.facs.org/~media/files/education/patient%20ed/colecistectomia.aspx](https://www.facs.org/~/media/files/education/patient%20ed/colecistectomia.aspx)
- 39 G DMR. Colectostomía por laparoscopia: Abordaje. Rev. Chilena de Cirugía. 2010 febrero; 62.
- 40 Nano JE. Anestesia en la cirugía laparoscópica abdominal. revista Peruana. 2013 Jan;1.

ANEXOS

ANEXO #1 GUÍA DE ENTREVISTA

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



TEMA: Anestesia General a Flujos Bajos con Sevoflurano en pacientes de Colectectomía por Videolaparoscopia, Hospital Nacional Regional “San Juan de Dios” de San Miguel, Año 2019.

OBJETIVO: Recolectar información que permita conocer datos generales, estado físico y antecedentes clínicos de los usuarios seleccionados para el estudio.

INDICACIÓN: Complete según corresponda.

I. DATOS GENERALES

Fecha: _____ N° de ficha: _____

Entrevistador: _____

Edad del paciente: _____ Sexo: _____

II. DATOS CLÍNICOS

Peso: _____ Talla: _____ IMC: _____

ASA I: _____ ASA II: _____

Diagnóstico preoperatorio: _____

Cirugía propuesta: _____

ANEXO #2

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



GUÍA DE OBSERVACIÓN

N° DE FICHA: _____

TRATAMIENTO 1: _____ TRATAMIENTO O: _____

OBJETIVO GENERAL: Recolectar información para valorar la efectividad de la anestesia general a flujos bajos con sevoflurano en pacientes de colecistectomía por videolaparoscopia.

INDICACIONES: Identificar el grado de humidificación y temperatura de los gases en la anestesia mediante el uso del termómetro higrómetro colocado en la línea inspiratoria del circuito circular, realizando anotaciones cada 5 minutos en el siguiente cuadro, de la humedad relativa en valores % (10 al 99) y la temperatura en °C (20 a 35).

MINUTOS	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
HUMEDAD RELATIVA %													
TEMPERATURA °C DE SALIDA FGF DE LA MÁQUINA AL PTE.													
MINUTOS	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
HUMEDAD RELATIVA %													
TEMPERATURA °C DE SALIDA FGF DE LA MÁQUINA AL PTE.													

INDICACIONES: Determinar el tiempo de recuperación de la anestesia general con sevoflurano mediante el uso de la escala de Aldrete modificada, realizando una anotación de los parámetros iniciando desde que se cierra el vaporizador hasta que el paciente obtenga una nota ≥ 8 .

ÍNDICE	DESCRIPCIÓN	SCORE	0	5	10	15	20	25
ACTIVIDAD	Mueve las 4 extremidades	2						
	Mueve las 2 extremidades	1						
	No mueve ninguna extremidad	0						
RESPIRACIÓN	Respira profundo, tose libremente	2						
	Disnea con limitación para toser	1						
	Apnea	0						
CIRCULACIÓN	TA <20% del nivel preanestésico	2						
	TA 21-50% del nivel preanestésico	1						
	TA > 50% del nivel preanestésico	0						
CONCIENCIA	Completamente despierto	2						
	Responde al ser llamado	1						
	No responde	0						
OXIGENACIÓN	Mantiene >92% SaO ₂ en aire	2						
	Necesita inhalar O ₂ para mantener SaO ₂ de 90%	1						
	SaO ₂ <90% aun inhalando oxígeno	0						
DOLOR	No se queja o dolor leve	2						
	Se queja de dolor	1						
	Grita, gesticula de dolor	0						
TOTAL								

INDICACIÓN: Estimar el consumo de oxígeno y sevoflurano por procedimiento anestésico, registrando cada 3 minutos la cantidad oxígeno colocada en el flujómetro en litros/minutos y el volumen % de sevoflurano colocado el vaporizador.

MINUTOS	O₂ Lts	Vol %
0		
3		
6		
9		
12		
15		
18		
21		
24		
27		
30		
33		
36		
39		
42		
45		
48		
51		
54		
57		
60		
TOTAL		

MINUTOS	O₂ Lts	Vol %
60		
63		
66		
69		
72		
75		
78		
81		
84		
87		
90		
93		
96		
99		
102		
105		
108		
111		
114		
117		
120		
TOTAL		

INDICACIÓN: Para determinar el consumo total de sevoflurano por minutos utilizados durante el procedimiento anestésico, se hará uso de las siguientes fórmulas:

Fórmula 1

Volumen de vapor anestésico = (%) anestésico X (FGF/100 - (%) anestésico)

La cual determina el volumen de vapor utilizado.

Fórmula 2

Volumen de líquido = Vol. de vapor utilizado / Vapor producido por ml de anestésico.

Que determinará el total de sevoflurano consumido al término del procedimiento anestésico. Sabiendo que por cada ml de sevoflurano hay 182.7 ml de vapor anestésico.

MINUTOS	GASTO TOTAL DE SEVOFLURANO

INDICACIÓN: Verificar la presencia de gases anestésicos en el ambiente del quirófano posterior al procedimiento quirúrgico, tomando una muestra del aire ambiente del quirófano con una jeringa de 50 mililitros posterior al acto anestésico procesándolo en el analizador de gases de la máquina Mindray A5 y anotando su resultado se expresa en volumen%.

DESCRIPCIÓN	VOLUMEN % DE GASES ANESTÉSICOS
50 ML DE AIRE AMBIENTE DEL QUIRÓFANO	

ANEXO #3
CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____ por medio del presente documento en calidad de paciente se me ha informado acerca de mi diagnóstico y procedimiento anestésico, se me ha explicado las complicaciones que pueden presentarse durante la realización de ella. Además, que los datos obtenidos se utilizarán estrictamente para fines académicos manteniendo la confidencialidad de mi estado de salud.

He tenido la oportunidad de hacer preguntas y estoy satisfecho(a) con las respuestas brindadas, por lo cual acepto y consiento voluntariamente a que se me realice dicha técnica anestésica.

Firma: _____

Fecha: _____

Huellas digitales (en caso de no poder firmar):



ANEXO #4 GLOSARIO

Amnesia: Pérdida patológica de la memoria

Analgesia: Eliminación de la sensación del dolor mediante un bloqueo artificial de las vías de transmisión del mismo y/o de los mediadores dolorosos, o por desconexión de los centros del dolor.

Bradycardia: Descenso de la frecuencia de contracción cardiaca menor a 60 latidos por minuto.

Concentración alveolar mínima: Cantidad de anestésico inhalado suficiente para anestesiarse al 50% de personas en una habitación

Delirio: Confusión severa y repentina, así como cambios rápidos en la función cerebral, que ocurren con enfermedad física y mental

Evaporación: Proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un gaseoso.

Farmacocinética: Es la rama de la farmacología que estudia los procesos a los que un fármaco es sometido a través de su paso por el organismo. Trata de dilucidar qué sucede con un fármaco desde el momento en el que es administrado hasta su total eliminación del cuerpo.

Farmacodinamia: Es el estudio de los efectos químicos y fisiológicos de los fármacos y de sus mecanismos de acción y la relación entre la concentración del fármaco y el efecto de este sobre el organismo.

Farmacología: Es la ciencia que estudia la historia, el origen, las propiedades físicas y químicas, la presentación, los efectos bioquímicos y fisiológicos, los

mecanismos, los mecanismos de acción, la absorción, la distribución, la biotransformación y la excreción.

Fisiología: Es la ciencia biológica que estudia las funciones de los seres vivos. Esta forma de estudio reúne los principios de las ciencias exactas, dando sentido a aquellas interacciones de los elementos básicos de un ser vivo con su entorno y explicando el porqué de cada diferente situación en que puedan encontrarse estos elementos

Flujómetro: Es un instrumento de caudal o gasto volumétrico de un flujo por minuto.

Hipercapnia: Elevación anormal de dióxido de carbono en sangre.

Opiáceos: Isómeros derivado de la morfina que imitan la actividad de las endorfinas para el tratamiento del dolor moderado a severo.

Rotámetro: Es un caudalímetro industrial que se usa para medir el caudal de líquidos y gases. El rotámetro consiste en un tubo y un flotador. La respuesta del flotador a los cambios de caudal es lineal, y un rango de flujo de 10 a 1 es estándar.

Humedad máxima: Es la cantidad máxima de vapor de agua que puede existir en la fase gaseosa de una determinada atmósfera, en la dependencia de su temperatura.

Humedad absoluta: Es la cantidad de vapor de agua dentro de un gas y se mide en mg/L.

Humedad relativa: Es una relación entre la cantidad de vapor de agua medida dentro de un gas dividido por la presión de vapor saturado a una temperatura dada.

ANEXO #5 SIGLAS Y ABREVIATURAS

SIGLAS

ASA: Sociedad Americana de Anestesiología

HNERN: Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins

MINSAL: Ministerio de Salud Pública de El Salvador

ABREVIATURAS

°C: Grado Centígrados

APL: Válvula de Presión Ajustable

ATP: Trifosfato de Adenosina

Ca: Calcio

CAM: Concentración Alveolar Mínima (MAC)

CC: Circuito Circular

CO₂: Dióxido de Carbono

DC: Después de Cristo

ETT: Tubo endotraqueal

Fa: Fracción Alveolar

Fi: Fracción Inspirada

GP: Gasto Cardíaco

GRV: Grupo Rico en Vasos

K: Potasio

KG: Kilogramo

LMA: Máscara Laríngea

Lts: Litros

ml: mililitros

MmHg: Milímetros de Mercurio

Na: Sodio

NMDA: N-Metil-D-Aspartato

NO₂: Óxido Nitroso

O₂: Oxígeno

PaCO₂: Presión Arterial de Dióxido de Carbono

PEEP: Presión positiva al final de la expiración

SNC: Sistema Nervioso Central

T°: Temperatura

V: Voltio

VAS: Vía Aérea Superior

VM: Ventilación Mecánica

VO₂: Volumen de consumo de oxígeno

ANEXO #6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

MESES	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE							
	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	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1. Reunión general con la coordinación para el protocolo de investigación.																																																
2. Asesorías con Dr. Mauricio Aparicio.																																																
3. Elección del tema																																																
4. Inscripción del proceso de graduación.																																																
5. Aprobación del tema y nombramiento de docente asesor.																																																
6. Elaboración del protocolo de investigación.																																																
7. Entrega final del protocolo de investigación.																																																
8. Ejecución de la investigación.																																																
9. Tabulación, Análisis e Interpretación de los datos.																																																
10. Redacción del informe final.																																																
11. Entrega del informe final.																																																
12. Exposición de los resultados.																																																

**ANEXO #7
PRESUPUESTO**

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Resma de papel boom	\$3.50	2	\$7.00
Tinta para impresora	\$9.00	2	\$18.00
Fotocopias	\$0.05	600	\$30.00
Folder tamaño carta	\$0.15	16	\$16.00
Fasters	\$0.10	16	\$1.60
Cajas de bolígrafos color azul	\$2.75	1	\$2.75
Anillados	\$1.50	8	\$12.00
Horas de internet	\$0.75	40	\$30.00
USB	\$6.00	1	\$6.00
Termómetro higrómetro	\$2.00	4	\$8.00
Viáticos	\$35.00	3	\$105.00
TOTAL	\$60.80	693	\$236.35
Imprevisto 10%			\$23.63
TOTAL GENERAL			\$259.98

Fuente de financiamiento: Propia

FIGURAS

FIGURA #1 ESCALA DE ALDRETE MODIFICADA MINSAL NORMA TÉCNICA 2018.

Art.35 –El alta del usuario debe ser determinada por el personal de anestesiología de acuerdo a la valoración de los aspectos, Tales como:

A) ACTIVIDAD MOTORA.

- (0) No mueve las extremidades voluntariamente aunque se le ordene.
- (1) Mueve sólo dos extremidades voluntariamente o si se le ordena.
- (2) Mueve las cuatro extremidades voluntariamente o si se le ordena.

B) RESPIRACIÓN.

- (0) Apnea.
- (1) Disnea o la respiración se encuentra limitada.
- (2) Capaz de efectuar respiraciones profundas o si se le ordena.

C) CIRCULACIÓN.

- (0) TA+ 50% del nivel preanestésico.
- (1) TA+ 20% del nivel preanestésico.
- (2) TA- 20% del nivel preanestésico.

D) CONCIENCIA.

- (0) No responde.
- (1) Despierta cuando se le llama.
- (2) Completamente despierto.

E) SATURACIÓN DE OXÍGENO.

- (0) Saturación de oxígeno menos del 90% incluso con oxígeno suplementario.
- (1) Necesidad de administrar oxígeno para mantener la saturación mayor de 90%.
- (2) Mantenimiento saturación de oxígeno mayor del 92% con aire ambiente.

F) DOLOR.

- (0) Grita, gesticula de dolor.
- (1) Se queja de dolor.
- (2) No se queja de dolor o dolor leve.

Una vez anotado cada uno de los puntos se deben sumar y el resultado anotarlo en la hoja de recuperación anestésica al ser dado de alta. Todo paciente podrá ser trasladado de recuperación anestésica a los respectivos servicios con un puntaje no mayor de diez.

FIGURA #2
MAQUINA DE ANESTESIA MINDRAY A5



FIGURA #3
VAPORIZADOR MINDRAY V60



**FIGURA #4
MONITOR MINDRAY MEC2000**



FIGURA #5
TERMÓMETRO HIGRÓMETRO



FIGURA #6
COLECISTECTOMIA VIDEOLAPAROSCOPICA



FIGURA #7
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DEL ESTADO FÍSICO (ASA)

CATEGORÍA ASA	ESTADO DE SALUD PREOPERATORIO
ASA I	Paciente sano
ASA II	Enfermedad sistémica leve. Afectación sistémica es causada por el proceso patológico u otra afectación fisiopatológica
ASA III	Enfermedad sistémica grave, sin limitación funcional. Afectación sistémica grave o severa de cualquier causa
ASA IV	Enfermedad sistémica grave con amenaza de la vida. Las alteraciones sistémicas no son siempre corregibles con la intervención.
ASA V	Paciente moribundo. Situación en la que el paciente tiene pocas posibilidades de sobrevivir.
ASA VI	Paciente con muerte cerebral