

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

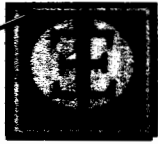
**ÍNDICE BIESPECTRAL PARA EVALUAR LA DISMINUCIÓN
DE LOS REQUERIMIENTOS DE ANESTÉSICOS EN
PACIENTES BAJO ANESTESIA GENERAL SOMETIDOS A
COLECISTECTOMÍA VIDEOLAPAROSCÓPICA**

ELSA MARÍA SANDOVAL MARTÍNEZ

Tesis

**Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología
Para obtener el grado de
Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología**

Enero 2019



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.OI.205.2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): **Elsa María Sandoval Martínez**

Registro Académico No.: **201590104**

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el trabajo de TESIS **ÍNDICE BIESPECTRAL PARA EVALUAR LA DISMINUCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE ANESTÉSICOS EN PACIENTES BAJO ANESTESIA GENERAL SOMETIDOS A COLECISTECTOMÍA VIDEOLAPAROSCÓPICA**

Que fue asesorado: **Dra. Claudia Cecilia Vargas Peralta**

Y revisado por: **Dr. Eddy René Rodríguez, MSc.**

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **enero 2019**

Guatemala, 05 de noviembre de 2018



Dr. Carlos Humberto Vargas Reyes MSc.

Director

Escuela de Estudios de Postgrado



Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz MSc.

Coordinador General

Programa de Maestrías y Especialidades

/mdvs

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala

Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: especialidadesfacmed@gmail.com



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

Ciudad de Guatemala, 1 de Junio de 2018

Doctora

GLADIS JULIETA GORDILLO CABRERA

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología

Hospital Roosevelt

Presente

Respetable Dra. Gordillo:

Por este medio informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **ELSA MARÍA SANDOVAL MARTINEZ Carné 201590104**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula **ÍNDICE BIESPECTRAL PARA EVALUAR LA DISMINUCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE ANESTESICOS EN PACIENTES BAJO ANESTESIA GENERAL SOMETIDOS A COLECISTECTOMÍA VIDEOLAPAROSCÓPICA.**

Luego de asesorar, hago constar que la **Dra. SANDOVAL MARTINEZ**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el dictamen positivo sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

Dra. Claudia Cecilia Vargas Peralta
Asesor de Tesis



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

Ciudad de Guatemala, 1 de junio de 2018

Doctora

GLADIS JULIETA GORDILLO CABRERA

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología

Hospital Roosevelt

Presente.

Respetable Dra. Gordillo:

Por este medio informo que he revisado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **ELSA MARÍA SANDOVAL MARTINEZ** Carné **201590104**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula **ÍNDICE BIESPECTRAL PARA EVALUAR LA DISMINUCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE ANESTESICOS EN PACIENTES BAJO ANESTESIA GENERAL SOMETIDOS A COLECISTECTOMÍA VIDEOLAPAROSCÓPICA**.

Luego de la revisión, hago constar que la **Dra. SANDOVAL MARTINEZ**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el dictamen positivo sobre dicho trabajo y confirmo que está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,



Dr. Eddy René Rodríguez MSc.
Revisor de Tesis





ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

A: **Dra. Gladys Julieta Gordillo Cabrera, MSc.**
Docente Responsable
Anestesiología
Hospital Roosevelt

De: **Dra. María Victoria Pimentel Moreno**
Unidad de Tesis

Fecha Recepción: 11 de junio 2018

Fecha de dictamen: 07 de agosto 2018

Asunto: Revisión de Informe Examen Privado

ELSA MARÍA SANDOVAL MARTÍNEZ

“INDICE BIESPECTRAL PARA EVALUAR LA DISMINUCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE ANESTESICOS EN PACIENTES BAJO ANESTESIA GENERAL SOMETIDOS A COLECISTECTOMÍA VIDEOLAPAROSCÓPICA”

Sugerencias de la Revisión: **Autorizar examen privado.**

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dra. María Victoria Pimentel Moreno
Unidad de Investigación de Tesis
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc. Archivo

MVPM/karin

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	I
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
III. OBJETIVOS	21
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	22
V. RESULTADOS	28
VI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	35
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
VIII. ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
TABLA NO. 1	30
TABLA NO. 2	30
TABLA NO. 3	31
TABLA NO. 4	32
TABLA NO. 5	33
TABLA NO. 6	33
TABLA NO. 7	33
TABLA NO. 8	34

ÍNDICE DE GRÁFICA

	PÁGINA
GRÁFICA NO. 1	30
GRÁFICA NO. 2	31
GRÁFICA NO. 3	32
GRÁFICA NO. 4	34

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El Índice Biespectral (BIS) es una herramienta útil para la monitorización de la profundidad anestésica. Es un parámetro complejo formado por una combinación de dominio de tiempo, dominio de frecuencia y subparámetros espectrales de alto orden derivados de los datos clínicos que miden el componente hipnótico de un anestésico. **OBJETIVOS:** Determinar si el empleo del Índice Biespectral (BIS) en la monitorización de los pacientes bajo anestesia general sometidos a colecistectomía videolaparoscópica, disminuye el consumo de agentes anestésicos. **METODOLOGÍA:** Estudio transversal analítico. Se comparó la cantidad de propofol y anestésico inhalado administrado a un total de 255 pacientes seleccionados de forma consecutiva que fueron intervenidos con una colecistectomía laparoscópica. Se evaluó desarrollo y profundidad de la anestesia y tiempo de despertar. **RESULTADOS:** El empleo del Índice Biespectral (BIS) en la monitorización de los pacientes bajo anestesia general sometidos a colecistectomía videolaparoscópica, presentó una disminución estadísticamente significativa del consumo de propofol ($p < 0.001$) y una diferencia estadísticamente significativa en el consumo de anestésicos inhalados ($p = 0.029$). El 3.9% de los pacientes monitorizados con BIS requirió una dosis de propofol por arriba de la dosis usual en comparación al 17.5% que no fue monitorizado; esta diferencia resultó estadísticamente significativa ($p < 0.001$, RR = 4.5). No hubo diferencia significativa en la frecuencia de elevación de presión arterial ($p = 0.910$) y presencia de taquicardia ($p = 0.589$) ni en la presencia de movimientos durante la anestesia según monitorización con BIS ($p = 0.265$); Los pacientes monitorizados con BIS presentaron un menor tiempo de despertar (mediana = 10 vrs 15) y tal diferencia resultó estadísticamente significativa ($p < 0.001$). **CONCLUSIONES:** La monitorización con BIS está asociada con un menor consumo de propofol y anestésicos inhalados, así como un menor tiempo de despertar en pacientes sometidos a colecistectomía videolaparoscópica adultos ASA I y II.

Palabras clave: Propofol, anestésicos inhalados, despertar anestésico, profundidad anestésica.

I. INTRODUCCION

El Índice Biespectral (BIS) es una herramienta útil para la monitorización de la profundidad anestésica. La monitorización del BIS se ha validado como medida de hipnosis en adultos y niños mayores de un año. (1) Ha sido utilizada fundamentalmente en anestesia, y se considera que el rango óptimo de sedación profunda para cirugía se encuentra entre 40 y 60.

Varios estudios, entre ellos el que realizó Recart y colaboradores en 2003 en 90 pacientes sanos intervenidos quirúrgicamente por videolaparoscopia, utilizando anestesia general bajo técnica estándar; han descrito que el uso de la monitorización cerebral permite conseguir una recuperación precoz tras la anestesia general en pacientes ambulatorios porque se reduce la «sobredosificación» y la «infradosificación» de anestésicos intravenosos (p. ej., propofol) e inhalatorios (p. ej., sevoflurano y desflurano) durante el período de mantenimiento. (2)

La cirugía ambulatoria es definida como un procedimiento electivo que no requiere hospitalización y que reintegra al paciente a su núcleo familiar el mismo día de la intervención. Gracias a esta técnica se optimizaron las ventajas en los servicios hospitalarios y se pudo atender un mayor número de pacientes. (1)

La colecistectomía videolaparoscópica, tratamiento de elección para la litiasis vesicular sintomática, es la cirugía de invasión mínima que se realiza con más frecuencia en todo el mundo. (3)

Entre las cirugías ambulatorias en Latinoamérica predominan los pacientes operados de hernias de la pared abdominal (27.4%), seguidamente las enfermedades de la vesícula biliar donde se realizó colecistectomía video laparoscópica (21.1%).

La anestesia general es la técnica de elección para la colecistectomía video laparoscópica. Las principales razones para que la anestesia general sea la técnica de elección son que se incomoda menos al paciente con los cambios de posición requeridos para la realización del procedimiento, el control de la respiración se realiza fácilmente con la asistencia respiratoria mecánica y, durante la cirugía, no se ocasiona dolor referido a hombro o cuello debido al CO₂ subdiafragmático. (4)

La incidencia del despertar transoperatorio es del 0,1 al 0,2% lo que equivale a 1 o 2 pacientes por cada 1000 sometidos a anestesia general. En los Estados Unidos de América se estima que se presentan 26000 casos anuales de despertar transoperatorio. Su incidencia varía de

acuerdo al tipo de cirugía, de esta manera en obstetricia es del 0,9% al 5%, cirugía cardiaca 14% y trauma 11% a 43%. (5) La incidencia de despertar transoperatorio se reduce a 0.04% con la monitorización con BIS. (6)

El objetivo del estudio es determinar si el empleo del Índice Biespectral (BIS) en la monitorización de los pacientes bajo anestesia general sometidos a colecistectomía videolaparoscópica, disminuye el consumo de agentes anestésicos. Se comparó la cantidad de propofol y anestésico inhalado administrado a un total de 255 pacientes seleccionados de forma consecutiva que fueron intervenidos con una colecistectomía videolaparoscópica en Hospital de Día del Hospital Roosevelt. Se evaluó desarrollo y profundidad de la anestesia y tiempo de despertar. Como resultados se encontró que el empleo del Índice Biespectral (BIS) en la monitorización de los pacientes bajo anestesia general sometidos a colecistectomía videolaparoscópica, presentó una disminución estadísticamente significativa del consumo de propofol ($p < 0.001$) y una diferencia estadísticamente significativa en el consumo de anestésicos inhalados ($p = 0.029$). El 3.9% de los pacientes monitorizados con BIS requirió una dosis de propofol por arriba de la dosis usual en comparación al 17.5% que no fue monitorizado; esta diferencia resultó estadísticamente significativa ($p < 0.001$, RR = 4.5). No hubo diferencia significativa en la frecuencia de elevación de presión arterial ($p = 0.910$) y presencia de taquicardia ($p = 0.589$) ni en la presencia de movimientos durante la anestesia según monitorización con BIS ($p = 0.265$); Los pacientes monitorizados con BIS presentaron un menor tiempo de despertar (mediana = 10 vrs 15) y tal diferencia resultó estadísticamente significativa ($p < 0.001$).

II. ANTECEDENTES

Historia

El análisis BIS fue introducido por primera vez para el estudio del movimiento de las olas marinas, cambios en la presión atmosférica y actividad sísmica.

Éste se desarrolló en base del análisis de variables determinadas componentes del EEG incluyendo el grado de supresión (SR), el poder relativo en varios rangos de frecuencia y componentes biespectrales adicionales, así como reduciendo componentes de fase originado de señales de origen no lineal, como el sistema nervioso central, integrándolas en una sola variable numérica producto de la comparación de medidas estandarizadas con distribución gaussiana normal y diferentes niveles de depresión con aumento en amplitud y disminución de frecuencia, logrando mediante análisis computarizado llevar a un índice numérico. (7)

Entre las más recientes revisiones acerca del Índice Biespectral coinciden que el uso de los signos clínicos no sea una medida fiable del componente hipnótico de la anestesia. El uso del índice biespectral para guiar la dosis de anestésicos podría tener ciertas ventajas sobre los signos clínicos.

En una revisión de 20 ensayos se halló que la anestesia guiada por el BIS, para mantenerla dentro del rango recomendado (40 a 60), podría disminuir la utilización de anestésicos y mejorar la recuperación de la anestesia relativamente profunda. Es más, el BIS podría reducir la incidencia del alerta consciente perioperatorio en pacientes quirúrgicos con alto riesgo de estado de alerta. Se hicieron búsquedas en el Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados (Cochrane Central Register of Controlled Trials, CENTRAL) (The Cochrane Library 2007, número 2), MEDLINE (1990 hasta mayo 2007), EMBASE (1990 hasta mayo 2007) y en listas de referencias de artículos. Se incluyeron los ensayos controlados aleatorios que compararon el BIS con los signos clínicos (SC) en el ajuste de los agentes anestésicos. (8)

La revisión más reciente publicada en Brasil concuerda los muchos beneficios del uso del monitor BIS, principalmente en la reducción del tiempo de extubación, además reduciendo la administración de anestésicos en general, y de esta manera también se reducen los efectos adversos relacionados con la sobredosificación de anestésicos, traduciéndose a la vez en reducción de costos. (9)

En Centroamérica son pocos los estudios al respecto, en Nicaragua se realizó un estudio para evaluar la incidencia de despertar intraoperatorio, comparando grupo monitorizados con BIS y

no monitorizados con BIS donde si encontraron una disminución en el consumo de anestésicos. (10)

Índice biespectral

El Índice Biespectral es el parámetro de monitorización de profundidad anestésica más utilizado en la actualidad. Es una interpretación estadística basada en un algoritmo matemático complejo sobre datos extraídos del EEG de individuos sanos sometidos a anestesia general, que calcula un valor que resulta de procesar una señal de electroencefalografía frontal. Dicho valor adimensional proporciona una medida del nivel de consciencia del paciente. Fue aprobado por la FDA en 1996 como ayuda para controlar los efectos de determinados agentes anestésicos. (11)

Martínez T plantea que un nivel apropiado de profundidad anestésica establece en el paciente un estado de homeostasis fisiológico que lo desliga psicológicamente de eventos para evitar el sufrimiento. Esto lo lleva a cabo valorando el grado de hipnosis utilizando propofol, en donde se demostró que existen variaciones hemodinámicas durante la inducción incluyendo hipotensión en el periodo postinducción, cambios significativos en la frecuencia cardiaca y presión arterial los cuales no siempre demuestran que haya superficialidad anestésica demostrable al correlacionarlos con el valor del BIS, es decir que el BIS es un monitor confiable del estado hipnótico evitando recuerdos intraoperatorio. (12)

Rodríguez A et al realiza la comparación de las dosis de anestésicos inhalatorios utilizados en el grupo de pacientes en los cuales se utilizó la monitorización del Índice Biespectral en relación al grupo que se monitorizó con cambios hemodinámicos, encontrando que la monitorización de la hipnosis disminuye el consumo del fármaco durante el mantenimiento anestésico además que disminuye el riesgo del recuerdo intraoperatorio y demuestra un tiempo menor de recuperación anestésica. (13)

Rojas , realiza la investigación donde se establece que existen numerosos factores de riesgo que propicien despertar intraoperatorio entre estas las que están relacionadas al paciente(sexo, edad, abuso de sustancias, vía aérea difícil), las relacionadas al tipo de intervención quirúrgica, o aquellos relacionados a la técnica anestésica elegida, pero en su investigación toma una muestra reducida que da una incidencia del 0 % de recuerdos intraoperatorio, argumentando a que existe una mejor preparación del anesthesiólogo sobre la comprensión de la farmacología de los anestésicos empleados. (6)

Anestesia general

La definición de anestesia general al estado de inconsciencia inducido de manera farmacológica y reversible. (14)

Para lo cual debemos lograr los siguientes objetivos:

Inconsciencia

Amnesia

Analgesia

Relajación

muscular

Etapas o signos clínicos de la anestesia general:

Existen varias etapas o fases inicialmente descritas por Guedel, los cuales nos hacen más fácil la apreciación del adecuado estado anestésico:

Etapa 1 o periodo de inducción (estado de inconsciencia imperfecta): de analgesia

Etapa 2 o periodo de inconsciencia y de sueño

Etapa 3 o periodo de anestesia, estado quirúrgico

Plano I: relajación somática discreta, respiración regular y actividad oculomotriz. Plano

II: Inspiración más breve que la espiración con pausa inspiratoria e inmovilidad ocular

Plano III: Relajación muscular abdominal y perdida del reflejo ocular.

Plano IV: movimientos paradójico del tórax y midriasis pupilar

Etapa 4 o periodo de parálisis bulbar: cese de la respiración, parálisis cardiaca y muerte. (15)

Varios autores afirman que no existe un grado de profundidad anestésica sino que es un fenómeno del todo o nada es decir que es adecuada o puede no serlo.

Actualmente existen diversos parámetros para predecir la profundidad anestésica, que habitualmente se juzga clínicamente por signos clínicos como la observación de los reflejos somáticos y autonómicos, (movimientos, aumento de la frecuencia cardiaca, lagrimeo, cambios de la presión arterial y dilatación de la pupila). (11)

El lapso de la anestesia general durante los cuales se presenta episodios de hipotensión en forma prevalente es el periodo después de la inducción anestésica y antes de iniciar el estímulo quirúrgico. Hasta hace unos años, los barbitúricos de acción corta, como el metohexital y el tiopental, fueron los medicamentos de elección para la inducción anestésica sin embargo de manera más reciente el propofol ha desplazado a

los barbitúricos, especialmente en condiciones de cirugía ambulatoria, por su rápido metabolismo y según algunos autores por la mayor estabilidad hemodinámica de los pacientes.

Hipnosis

Definido como ausencia de la consciencia perceptiva a estímulos no perjudiciales. Procura los efectos beneficiosos del sueño que incluye la restauración de la homeostasis neuronal, esencial para la función sináptica, la consolidación de los recuerdos, el inicio y la expresión de la plasticidad neuronal. (15, 16)

Los estados de vigilia y sueño se pueden caracterizar fisiológicamente registrando el Electroencefalograma y el electromiograma. El estado del sueño se subdivide en 2 patrones distintos, sueño REM (Rapid eye movement) y NREM (non rapid eye movement).

Aunque se conoce los patrones de Electroencefalograma entre los estados de sueño y vigilia, aun es un misterio los mecanismos a los que se deban la entrada y salida entre un estado y otro. La anestesia es un estado fenotípicamente similar al sueño compartiendo estados neurobiológicos comunes entre sí (14).

Centro talámicos

Dentro de las teorías que se formulan sobre el sueño un aspecto central de sueño NREM y la anestesia es que la corteza queda privada de aferencias sensitivas, ya que la anestesia produce hiperpolarización de las neuronas de interconexión talamocortical, bloqueando la propagación del potencial de acción en estas neuronas.

Centros hipotalámicos

Dentro de los centros hipotalámicos están las neuronas histaminérgicas y orexinérgicas las cuales envían aferencias a los centro talámicos durante el estado de vigilia, al estar expuestos a anestésicos, las compuertas talámicos se cierran produciendo el sueño, además que esta acción se ve facilitada por la disminución de señales histaminérgicas por la inactivación de estas neuronas al estar expuestas a hipnóticos como el propofol o barbitúricos. (17)

Núcleos del tronco encefálico

El centro del sueño pre óptico ventrolateral es desinhibido por los hipnóticos, a su vez

inactiva las señales inhibitorias GABA y Gabanérgicas estabilizando el estado hipnótico.

Consciencia en quirófano

La consciencia es un problema científico vinculado con la anestesia general, pudiendo tener estos pacientes secuelas psicológicas graves (estrés postraumático), contando en algunos estudios con porcentajes variados, por lo cual es importante contar con un método de monitorización del estado de consciencia intraoperatoria. (18)

Despertar intraoperatorio

Un concepto actualizado del término despertar intraoperatorio, es el tener recuerdo consciente del acto quirúrgico, el cual se determina en el periodo postoperatorio mediante la entrevista al paciente. Existen diversas formas para determinarlo como son la monitorización clínica, la monitorización convencional y los monitores de función cerebral. (3)

Incidencia

Este tipo de eventos o recuerdos representa el 2 % de las demandas de la base de datos de la Cosed Calimas de la Sociedad Americana de Anestesiología. (4)

Aunque la incidencia de despertar intraoperatorio en el mundo es variable en EEUU representa 0,01 – 0,02 %, en España 0,6 % incrementándose a 0,8% en cirugía con pacientes de alto riesgo, en China 0,41% (3)

Debemos tener en cuenta los diferentes términos a saber:

De vigilia o alerta: es un estado de conocimiento o conciencia o plena, atención y total capacidad para responder a órdenes.

Memoria: capacidad de recibir, modificar, almacenar y recuperar información. Puede dividirse en memoria implícita y explícita:

Memoria explícita: en lo referente al recuerdo consciente de un registro previo, de un evento o estímulo.

Memoria implícita: puede tener efectos sobre la experiencia, pensamientos, sensaciones u acciones sin remembranza del evento que lo propició. (12)

Factores de riesgo:

Aunque la ASA no está de acuerdo con usar monitorización de la función cerebral en todos los pacientes si se considera que se debe realizar a los que presenten factores de riesgo de despertar intraoperatorio.

Se han descrito los siguientes:

- Superficialidad anestésica la cual puede o no estar asociada a comorbilidades del paciente.
- Tipo de cirugía:
 - o *Obstétrica*: Puede contribuir a ello la ausencia en el uso de opioides la reducción en la fracción inspirada de los agentes inhalatorios.
 - o *Cardíaca*: Existen múltiples estudios en los cuales hayan una mayor incidencia de DIO en este tipo de cirugía, realizada bajo anestesia balanceada, donde clásicamente se utiliza bajas dosis de hipnóticos para mantener la mayor estabilidad hemodinámica.
 - o *Cirugía de trauma o cirugías de emergencia*: Viene implicado el componente de baja dosificación de anestésicos por la inestabilidad hemodinámica.
- Sexo femenino:
 - o Menor sensibilidad cerebral del anestésico en las mujeres que en hombres. Existen trabajos en los cuales se muestra un despertar más rápido en mujeres en comparación con varones o que los niveles plasmáticos para atenuar la respuesta hemodinámica al estímulo quirúrgico es mayor en mujeres que en hombres. (19)
- Edad:
 - o Existe alta incidencia de recuerdos intraoperatorios en niños y jóvenes esto va de la mano a la concentración alveolar mínima requerida para esta edad a diferencia de los requeridos en los ancianos.
- Incremento de los requerimientos farmacológicos:
 - o En pacientes con historia previa de despertar, alcohólicos, consumo y abuso de anfetaminas y sedantes por historial adictivo o en enfermos con dolor crónico u oncológico con tratamiento de opioides a altas dosis o por genética. (20)
- Vía aérea Dificil:

o Laringoscopias repetidas con una dosis única de hipnótico inductor predispone a despertar precoz.

- Anestesia inhalatoria:

o Rodríguez, relata que los casos de despertar intraoperatorio relacionado con esta técnica anestésica puede estar relacionada a alguna falla en los vaporizadores (mal funcionamiento del equipo) o con la falta de monitorización de los gases anestésicos. (19)

- Anestesia intravenosa total:

o Esto está asociado con el tardío inicio de la infusión después de la dosis de inducción, fallas en las bombas de infusión, desconexión de los sistemas u obstrucción existente en el flujo intravenoso

Causas:

Según Kent CD se considera de causa desconocida (35%), se atribuye que este fenómeno es de origen multifactorial los cuales por su frecuencia encabezan la superficialidad anestésica (35%), Bajas dosis de drogas (17%), Problemas con el vaporizador (17%), Ausencia de anestésicos volátiles (8%), Errores en la medicación (8%), Inestabilidad hemodinámica (8%),

Alteraciones durante la administración de anestesia total intravenosa (3%), Intubación difícil (3%). (4)

Clasificación de Michigan del despertar intraoperatorio

Clase 0: No recuerdos

Clase 1: Percepción auditiva aislada

Clase 2: Percepción táctil (manipulación quirúrgica, tubo endotraqueal)

Clase 3: Dolor

Clase 4: Parálisis

Clase 5: Parálisis y dolor

Métodos de detección o monitoreo de la profundidad anestésica

1.- Evaluación clínica

Existen múltiples parámetros clínicos usados para determinar el estado o nivel de consciencia intraoperatoria entre estos tenemos: movimientos oculares presentes,

responder a órdenes, apertura ocular, lagrimeo, presencia del reflejo corneal, el tamaño pupilar y su reactividad. (6) Signos autonómicos como taquicardia, hipertensión arterial, aunque en muchos de los casos estos signos no están presentes en pacientes que presentan despertar o recuerdos intraoperatorios y estar alterados por fármacos como antagonistas del calcio, betabloqueantes, relajantes musculares. (5)

2.- Monitorización tradicional

Consiste en el monitoreo habitual en anestesia donde se incluye: electrocardiograma, tensión arterial, frecuencia cardiaca, pulsioximetría, volumen tidal, capnografía y el análisis tele espiratorio de gases anestésicos.

Los datos derivados de estos monitores pueden ayudar a determinar la profundidad anestésica, informándonos de la aparición de cambios hemodinámicos o respiratorios, sin embargo vale recalcar que en ciertos casos estos factores pueden estar influenciados por otros fármacos utilizados como los relajantes musculares. (3)

Signos autonómicos como taquicardia, hipertensión arterial, aunque en muchos de los casos estos signos no están presentes en pacientes que presentan despertar o recuerdos intraoperatorios y estar alterados por fármacos como antagonistas del calcio, betabloqueantes, relajantes musculares. (5)

3.- Monitores de profundidad anestésica

Según Palanca B la profundidad anestésica depende de un balance entre el anestésico administrado con respecto a su dosis que permita mantener al paciente inconsciente sin comprometer sus parámetros vitales, evitando recuerdos o despertar intraoperatorio, un adecuado despertar y el estímulo quirúrgico. (21)

Es el monitoreo derivado de la actividad electroencefalografía, específicamente el EEG espontaneo, es usado para medir el componente hipnótico del estado de anestesia en sistemas como el Índice Biespectral donde se estudia el grado de sincronización entre componentes de diversas frecuencias del EEG como las frecuencias altas y las del EEG abolido.

La monitorización de la entropía del EEG estudia el grado de predictibilidad y la regularidad de la señal de EEG.

Otro tipo de monitor para la profundidad anestésica es la medición de potenciales

evocados pero este mide el potencial auditivo producido por una señal acústica que la genera el mismo monitor. (12)

Monitor de índice biespectral basado en EEG

El BIS o Índice de análisis biespectral se basa en el EEG del cerebro frontal, el cual refleja el nivel hipnótico. Este es calculado a partir de una selección de las características sobresalientes de los espectros energéticos y biespectrales del EEG que mejor pueden distinguir los distintos niveles de hipnosis o de sedación. (9)

Es uno de los métodos de monitorización más ampliamente utilizado a nivel mundial además de ser el más estudiado en casos de despertar intraoperatorio.

Tardío y colaboradores (16), refieren que el índice biespectral se define valorando cuatro componentes del EEG: Índice Beta, sincronización rápida lenta, tasa de brotes de supresión, tasa de brotes de casi supresión, estos valores se suman y son sometidos a un modelo estadístico multivariado y se combina con una función no lineal.

Nos da de manera más comprensible la información a partir del análisis de Fourier reflejando los cambios en las dosificaciones anestésicas lo cual facilita la reducción de las dosis de los hipnóticos y alertar al anestesiólogo por un despertar inesperado por bajas de dosis o por interrupción voluntaria del suministro anestésico. (14)

Este índice puede fluctuar entre 100 (despierto) y 0 (actividad cerebral mínima).

Los índices de 0-100 representan valores promedios de los últimos 15 a 30 segundos de señal que van siendo entregados en tiempo real (aproximadamente cada 1 seg).

Los valores recomendados para una anestesia quirúrgica están entre 40 y 60. Este monitor entrega además un índice de actividad electromiográfica (EMG) y de tasa de supresión del EEG. (8)

Ventajas en la monitorización con Bis

- Γ Reducción de vómitos y nauseas postoperatorios Según Liu S, aunque el porcentaje de reducción es discreto, se ha demostrado que la utilización del Bis ha disminuido los índices de náuseas y vómitos postoperatorios en cirugía ambulatoria.
- Γ Reducción del despertar intraoperatorio (11)

Existe en este tipo de monitorización estudios que demuestran ampliamente una reducción del 80 % en la incidencia de casos de despertar intraoperatorio en comparación a la forma de monitorización tradicional y los signos clínicos. Rosow C, denota que un valor por debajo de 70 reduce la probabilidad de recuerdo explícito y si es menor a 60 la posibilidad de consciencia es mucho menor. (21)

Γ Reducción de mortalidad

En estudios realizados por Monk y col. se ha demostrado que pacientes los cuales han permanecido en anestesia profunda con un Bis <40 es un predictor independiente de mortalidad a un año. (22)

Γ Reducción de recuperación en el postoperatorio

Tardío R y col. refieren en su estudio que los pacientes monitorizados con Bis tuvieron menor estadía en el postoperatorio además que redujo el uso de anestésicos hipnóticos durante el transanestésico. (16)

Γ Reducción en el consumo de anestésicos

Peñuelas J y col En su estudio comparativo realizado en pacientes sometidos a anestesia total intravenosa vs anestesia balanceada bajo monitorización del BIS en cuanto a la reducción del costo de fármacos concluyeron que aunque el bis es de primordial importancia para el control de la profundidad anestésica el costo promedio de los fármacos fue mayor en los que se utilizó el Bis a excepción de las cirugías de más de 4 horas en los que si se evidencio una reducción de los costos. (23)

Aunque existen referencias de que hay un consumo menor de anestésicos cuando se mantiene un valor de Bis entre 40 -60 estos aun no son concluyentes. (24)

Monitorización bis durante la inducción en anestesia general

La inducción al inicio del acto anestésico debe procurarse ser rápida y que facilite un manejo adecuado de la vía aérea del paciente estableciendo un adecuado nivel de inconsciencia con las condiciones adecuadas cardiovasculares, Rodríguez A y col. atribuye un nivel de 50 en el BIS como adecuado para la intubación oro traqueal. Aunque el valor que nos arroja el monitor tiene aproximadamente 15 segundos de retraso con respecto a la observación clínica. (13)

Limitaciones del índice bispectral

Aunque el BIS ha demostrado ser eficiente y fiable en la monitorización de la actividad cerebral, existen diferentes eventos que modifican su valor por lo cual si tenemos valores de BIS diferentes a los esperados hay que evaluar el contexto clínico del paciente. Entre las limitantes del BIS tenemos, artefactos externos, actividad electromiografía, actividad electroencefalográfica anómala, fármacos, patología neurológica. (25)

Artefactos externos

Existen diferentes aparatos los cuales pueden intervenir en la señal del monitor del BIS, mientras más cerca estén estos aparatos del monitor mayor será el riesgo de intervención de la señal de ellos, entre estas fuentes tenemos: marcapasos con generador externo, dispositivos de circulación extracorpórea, sistemas de navegación quirúrgica, ventiladores de alta frecuencia, sistemas de calentamiento de aire, electrocauterios. (26)

Actividad electromiográfica

Es frecuente que en presencia de actividad electromiográfica solapa la señal del beta del EEG pudiendo producir elevación del valor de BIS, por lo cual debe observarse el indicador de actividad electromiografía en el monitor para descartar un valor irreal que exponga al paciente a una sobredosificación. (27)

Actividad electroencefalográfica anómala

En un porcentaje entre 5-10 % de la población poseen un valor EEG de bajo voltaje, fenómeno genético que por su relativa frecuencia debe ser descartado evaluando el BIS antes de la inducción anestésica.

El fenómeno delta paradójico

En el cual a la estimulación quirúrgica asociado a superficialidad anestésica no se presenta una elevación del valor del BIS sino la presencia de enlentecimiento del trazado EEG (delta), el valor del BIS desciende y luego de 5-10 minutos retorna a valores más altos. Actividad epileptiforme en el cual se observan ondas rápidas e irregulares, lo cual se observa con relativa frecuencia y aún más si está asociado a la administración de sevoflurano. (28)

Patología neurológica

Se debe realizar monitorización del BIS antes de la inducción y conocer los antecedentes neurológicos de los pacientes para tener un conocimiento aproximado del valor de BIS basal de estos pacientes.

Fármacos

Fármacos utilizados en anestesia como la ketamina que produce un aumento de la

actividad del EEG por lo cual luego de una inducción acompañada de otros fármacos puede que este valor de BIS no varíe. Etomidato y los vasopresores activan la actividad electromiografía por tal razón también aumentan los valores en el monitor de BIS. (29)

Mecanismo de acción de los anestésicos a nivel del SNC

PROPOFOL

(2, 6 di-isopropilfenol) perteneciente al grupo de los alquílenles, los cuales son aceites a temperatura ambiente e insolubles en solución acuosa. (4)

Su uso como hipnótico se debe a que la memoria, el recuerdo y el despertar transoperatorio deben ser abolidos para ofrecer inducción y mantenimiento anestésico sin riesgo de secuelas psicológicas para el paciente. (30)

Tiene efecto dosis dependiente en el flujo sanguíneo cortical pero no a nivel espinal ni en mesencéfalo, asociado con aumento en la resistencia cerebrovascular y mantenimiento de la autorregulación cerebral. En concentraciones mayores de 30 µg/ml ofrece condiciones adecuadas para monitoreo de potenciales evocados Somatosensoriales, (31) a la vez es un potente depresor de la Ventilación. (32)

El mecanismo de acción es a nivel de la capa lipídica actuando sobre el sistema transmisor inhibitorio GABAa pudiendo desensibilizar el sistema inhibitorio en el sistema límbico. Tiene una alta tasa de aclaramiento plasmática lo que le permite una rápida eliminación del sitio efecto favoreciendo una rápida inducción, mantenimiento del efecto y reversión rápida. (33)

ANESTESICOS INHALADOS

Los anestésicos inhalatorios son sustancias que entran en el organismo por medio de los pulmones y son distribuidos por la sangre en los diferentes tejidos. La diana de los anestésicos inhalatorios (o los llamados anestésicos volátiles) es el cerebro. (19)

Los anestésicos inhalatorios actúan o por amplificación de la función inhibitoria o por disminución de transmisión excitatoria de los nervios que terminan en el cerebro. La combinación de los anestésicos inhalatorios y drogas intravenosas se llama anestesia balanceada.

Los anestésicos inhalatorios actualmente usados incluyen el enflurano, halotano, isoflurano, sevoflurano, desflurano, y óxido nitroso. Los viejos anestésicos volátiles incluyen el éter, cloroformo, y metoxiflurano. En el hospital Roosevelt contamos con Sevoflurano, isoflurano y desflurano.

Idealmente, los agentes inhalatorios deberán proporcionar una inducción y despertar rápido de la anestesia, buena analgesia, relajación muscular, cambios rápidos y fácil mantenimiento de la anestesia, y sin efectos colaterales. Desafortunadamente, el verdadero mundo de la medicina no nos proporciona un tal agente ideal. Los tiempos relativamente largos y desagradables de inducción pueden ser superados utilizando un anestésico intravenoso. Los bloqueantes neuromusculares pueden producir parálisis muscular y la adición de opioides mejorar la analgesia. Esta técnica, llamada anestesia balanceada, permite a los anestesiólogos aprovechar los efectos beneficiosos de diferentes clases de drogas. (34)

Farmacocinética de los Anestésicos Inhalatorios

Captación y distribución de los anestésicos inhalatorios

Una serie de gradientes de presión, comenzando por el vaporizador de la máquina de anestesia, continuando por el circuito del respirador, el árbol alveolar, sangre, y tejidos asegurarán el movimiento del gas. El objetivo principal de ese movimiento está en lograr presiones parciales iguales sobre ambos lados de cada simple barrera. La **presión parcial alveolar** rige la presión parcial del anestésico en todos los tejidos del cuerpo; todos ellos se igualarán finalmente con la presión parcial alveolar del gas. Después de un corto periodo de equilibrio la presión parcial alveolar del gas igualará la presión parcial cerebral. Esto es por lo tanto muy importante comprender la influencia de la presión parcial alveolar. Puede ser incrementada aumentando la ventilación minuto, los flujos a nivel del vaporizador y utilizando un circuito abierto. (35)

Los dos efectos especiales que aumentan la cantidad de gas en el alveolo han de citarse separadamente. El **efecto concentración** describe como la concentración del gas en el volumen residual alveolar puede aumentar después de que el gas haya sido transferido a la sangre. El **efecto del segundo gas** generalmente se refiere al óxido nitroso combinado con un agente inhalatorio. Dado que el óxido nitroso no es soluble en sangre, su rápida absorción

desde el alveolo produce un aumento abrupto en la concentración alveolar de los otros anestésicos inhalatorios.

Todos los factores mencionados anteriormente influyen en la entrada del gas en el alveolo.

La solubilidad, gasto cardiaco, y el gradiente alveolo-venoso del anestésico representan los factores del flujo de salida. Los factores de entrada menos los de salida es igual a la presión parcial del gas.

La Solubilidad describe la afinidad del gas por un medio tal como la sangre o el tejido graso. El coeficiente de partición sangre/gas describe como el gas se distribuirá entre las dos fases después de que se haya alcanzado el equilibrio. El isoflurano por ejemplo tiene un coeficiente de partición sangre/gas de 1.4. Esto significa que si el gas está en equilibrio la concentración en la sangre será de 1.4 regularmente más alta que la concentración en el alveolo. Un coeficiente de partición sangre gas más alto significa una captación más alta del gas en la sangre y por lo tanto un tiempo de inducción más lento. Esto lleva más tiempo hasta que se alcanza el equilibrio con la presión parcial en cerebro.

Un **gasto cardiaco** más alto pasa más anestésico inhalatorio desde el alveolo y disminuye por lo tanto la presión parcial alveolar del gas. El agente puede ser distribuido más rápidamente por el organismo pero la presión parcial en sangre arterial disminuye. Tardará más tiempo el gas en alcanzar el equilibrio entre alveolo y cerebro. Por lo tanto, un gasto cardiaco alto alarga el tiempo de inducción. .

La **diferencia de presión parcial alveolo venosa** refleja la captación de los tejidos del anestésico inhalatorio. Una diferencia grande se ocasiona por el aumento de la captación del gas por los tejidos durante la fase de inducción. Esto facilita la difusión del gas desde el alveolo a la sangre.

Por último nosotros no tenemos menos que discutir el paso del gas desde la sangre arterial a los tejidos como al cerebro. Esto dependerá de la perfusión y solubilidad del gas en los diferentes tejidos. El coeficiente cerebro/sangre describe cómo el gas se reparte entre las dos fases hasta que alcanza el equilibrio. El isoflurano por ejemplo tiene un coeficiente cerebro/sangre de 1.6 significando que si el gas está en equilibrio la concentración en el cerebro será 1.6 normalmente más alta que la concentración en la sangre. Todos los anestésicos inhalatorios tienen un coeficiente de partición grasa/sangre alto. Esto significa que

la mayoría del gas se unirá al tejido graso a medida que pasa el tiempo. La presión parcial del gas en el tejido tisular disminuirá muy lentamente. Los anestésicos inhalatorios se almacenan en este tejido y en los pacientes obesos puede estar retrasado el despertar de la anestesia. (35)

Metabolismo y eliminación de los anestésicos inhalatorios

Las enzimas microsomales responsables para el metabolismo están localizadas en el hígado y riñones. La estimación del metabolismo en el cuerpo humano es del 10 al 20 % para el halotano, 2.5% para el enflurano, sobre el 0.2 % para el isoflurano, y 0% para el óxido nitroso.

La cantidad de anestésico eliminada por el cuerpo es por el metabolismo es pequeña comparada con la cantidad exhalada. La inducción y recuperación de la anestesia con los anestésicos volátiles difiere algo de uno a otro. En la inducción todas las presiones parciales son cero. Durante la recuperación, los diferentes tejidos en el cuerpo tienen una diferente presión parcial de anestésico inhalatorio. Por lo tanto, la recuperación no es tan controlable como la inducción de la anestesia. Además, aumentando la ventilación minuto y la concentración de la mezcla inspirada de anestésico puede acelerar significativamente la inducción. Aumentando la ventilación minuto con una alta concentración de oxígeno inspirado aumentará el gradiente del anestésico inhalatorio entre la sangre venosa pulmonar y el espacio alveolar y por lo tanto aumentará la eliminación del gas. La eliminación de un anestésico volátil depende en resumen de la ventilación, gasto cardíaco, y solubilidad del gas en sangre y tejidos. (35)

Concentración Alveolar Mínima MAC

La potencia de los anestésicos volátiles es medida por la MAC. Este valor representa la concentración alveolar de un anestésico (a una atmósfera) que previene el movimiento en el 50 % de los sujetos en respuesta al dolor. Se han utilizado una variedad de estímulos nocivos para provocar la respuesta. Para la determinación de la MAC en humanos, el estímulo normalmente utilizado es la incisión quirúrgica de la piel. En la práctica diaria, se excede la MAC en 1.3 veces a fin de asegurar suficiente anestesia quirúrgica para la mayoría de nuestros pacientes. La MAC 1.3 veces previene el movimiento en aproximadamente el 95 % de los pacientes. La idea de medida de la MAC es que después de un corto periodo de equilibrio la concentración alveolar del gas iguala la concentración sanguínea y un poco más tarde iguala la concentración

cerebral. Representa después de un corto periodo de tiempo la presión parcial del anestésico en el sistema nervioso central (SNC) y es por lo tanto el índice más útil de la potencia anestésica. La MAC es dependiente de la edad, es más baja en recién nacidos, alcanzando un pico en niños, y disminuyendo progresivamente con el aumento de la edad. Los valores de la MAC para los anestésicos inhalatorios son aditivos, lo que significa que la adición de óxido nitroso disminuye la MAC. La MAC puede ser también alterada después de la administración de opioides. Los anestésicos inhalatorios por si solos no son capaces de suprimir las respuestas hemodinámicas a los estímulos dolorosos ni la MAC para la incisión de piel predice las concentraciones necesarias para evitar la respuesta motora a otros estímulos dolorosos tales como la intubación endotraqueal. Como norma, la adición de cada 1% de óxido nitroso alveolar o de otro anestésico inhalatorio disminuirá la MAC de este gas en un 1%. La hipernatremia y la hipertermia producen aumento de la MAC. Las disminuciones de la MAC pueden deberse a hipotermia, hiponatremia, embarazo, hipotensión, y drogas como el litio, lidocaina, opioides, y α_2 agonistas. (36)

La concentración alveolar mínima de anestésicos inhalatorios en oxígeno al 100%:

- Isoflurano 1.15 %
- Desflurano 6.3 %
- Sevoflurano 2.0 % (35)

Isoflurano

Este es un anestésico volátil halogenado metil etil éter no inflamable . Tiene una presión de vapor e 239 mm de g a 20 grados Celsius y un punto de ebullición de 48.5 grados Celsius. El coeficiente sangre/gas es 1.4 y la MAC en oxígeno al 100 % es de 1.15 y 0.50 en un 70 % de óxido nitroso.

El isoflurano es resistente a la degradación por la cal sodada y puede ser utilizado con bajos flujos en sistemas de circuito cerrado de anestesia. El isoflurano produce reducción dosis dependiente de la presión sanguínea debido a vasodilatación periférica. No sensibiliza al miocardio para las arritmias. Puede causar vasodilatación coronaria y síndrome del robo coronario. Durante este suceso la sangre se desvía lejos de las áreas críticamente perfundidas a causa de la vasodilatación en las partes sanas del corazón. Esto puede conducir a isquemia miocárdica o infarto. Sin embargo, la mayoría de los estudios clínicos han fracasó en el intento

de probar una incidencia más alta de isquemia miocárdica debido al isoflurano. El isoflurano debería evitarse en pacientes con estenosis valvular aórtica ya que ellos toleran pobremente una disminución en las resistencias vasculares sistémicas. Como el halotano, puede provocar hipertermia maligna. (15)

La inducción de la anestesia puede lograrse utilizando de un 3 a un 4 % de isoflurano en aire o en oxígeno, o utilizando un 1.5 a 3 % de isoflurano en un 65 % de óxido nitroso. La inducción solo con isoflurano puede producir tos y periodos de apnea. Por lo tanto, se debe combinar con anestésico intravenosa. El mantenimiento puede lograrse con un 1 a 0.25 % isoflurano. El despertar de la anestesia con isoflurano es más rápido que con el halotano o enflurano. (35)

Desflurano

Este anestésico volátil metil etil éter fluorado no inflamable. Tiene una presión de vapor de 673 mm de Hg a 20 grados Celsius y un punto de ebullición de 23.5 grados Celsius. El coeficiente de partición sangre/gas es de 0.42 y la MAC en oxígeno al 100 % es de 6.0 y 2.8 en óxido nitroso al 60 %. (35)

Diferente a otros agentes inhalatorios, el desflurano no puede ser vaporizado por los vaporizadores estándar. Requiere el uso de vaporizadores calentados eléctricamente. El desflurano es muy resistente a la degradación por la cal sodada y puede por lo tanto utilizarse con bajos flujos o en sistemas cerrados de anestesia. El desflurano produce una reducción de la presión arterial dosis dependiente debido a vasodilatación periférica. Puede producir aumento de la frecuencia cardiaca. Por lo tanto no debería utilizarse en pacientes con estenosis valvular aórtica.

No sensibiliza al corazón para las arritmias o causa síndrome del robo coronario. Parecido a otros anestésicos inhalatorios, puede provocar hipertermia maligna. (15)

La inducción de la anestesia se puede producir utilizando de un 6 a 10 % de desflurano en aire o en oxígeno, o utilizando un 5 a 8% de desflurano en óxido nitroso. El desflurano puede causar tos y excitación durante la inducción y no debería por lo tanto utilizarse sin anestésicos intravenosos. El mantenimiento de la anestesia puede lograrse con un 5 a 7 % de desflurano. La baja solubilidad tisular produce una eliminación y despertar rápido. (35)

Sevoflurane

Este anestésico volátil es un éter isopropil fluorado no inflamable. Tiene una presión de vapor de 162 mm de Hg a 20 grados Celsius y un punto de ebullición de 58.5 grados Celsius. El coeficiente sangre/gas es de 0.59 y la MAC en un 100 % de oxígeno es 1.71 y 0.66 en un 63.5 % de óxido nitroso. (18)

El sevoflurano experimenta una degradación temperatura dependiente por la cal sodada. Por lo tanto, no puede usarse en bajos flujos o sistemas cerrados de anestesia. El sevoflurano reacciona con los absorbentes de CO₂ formando un haloalqueno especial, el llamado Compuesto A. El Compuesto A es metabolizado a nefrotoxinas y puede producir lesión renal. El flujo de gas fresco mínimo ha sido recomendado por lo menos ser de dos litros por minuto. El sevoflurano produce una disminución de la presión arterial dosis dependiente debido a dilatación periférica. Por lo tanto no debería usarse en pacientes con estenosis valvular aortica. No sensibiliza al corazón para las arritmias y no produce síndrome del robo coronario. Parecido al desflurano, no irrita la vía aérea. Debido a su baja solubilidad en sangre puede usarse para la inducción rápida de la anestesia instalación rápida de anestesia sin anestésicos intravenosos. Estas es una de las razones por lo que actualmente reemplaza al halotano para la inducción con mascarilla en pacientes pediátricos. Parecido a todos los anestésicos inhalatorios, el sevoflurano puede provocar hipertermia maligna en pacientes susceptibles. (36)

La inducción de la anestesia puede lograrse con utilizando de un 1.5 a 3 % de sevoflurano en aire o en oxígeno, o utilizando de un 0.7 a 2 % de sevoflurano en un 65 % de óxido nitroso. El sevoflurano no produce tos y excitación durante la inducción y puede ser utilizado sin anestésicos intravenosos. El mantenimiento de la anestesia se puede lograr con un 0.4 a 2 % de sevoflurano. La baja solubilidad del sevoflurano en los tejidos produce una rápida eliminación y despertar. (23)

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- 3.1.1 Determinar si el empleo del Índice Biespectral (BIS) en la monitorización de los pacientes bajo anestesia general sometidos a colecistectomía videolaparoscópica disminuye el consumo de agentes anestésicos en Hospital de día del Hospital Roosevelt de Enero a Octubre del 2016.

3.2 Objetivos Específicos

- 3.2.1 Describir diferencias entre el desarrollo de la anestesia en función de la monitorización con BIS.
- 3.2.2 Evaluar la asociación entre la monitorización mediante el índice biespectral (BIS) y la profundidad anestésica y tiempo de despertar durante la colecistectomía videolaparoscópica.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo de estudio

Estudio transversal analítico realizado en pacientes quienes se les efectuó colecistectomía videolaparoscópica en Hospital de Día del Hospital Roosevelt en el periodo de Enero – octubre 2016.

4.2 Población

La población a estudio es el total de pacientes que son sometidos a colecistectomía videolaparoscópica en Hospital de Día del Hospital Roosevelt.

4.3 Sujeto de estudio

Pacientes que fueron llevados a sala de operaciones sometidos a colecistectomía videolaparoscópica durante enero a octubre 2016.

4.4 Cálculo de la muestra

En el año 2014 fueron realizadas 613 colecistectomías video laparoscópicas en Hospital de Día del Hospital Roosevelt, haciendo un promedio aproximado de 50 a 60 cirugías mensuales.

La muestra calculada mediante la fórmula que se encuentra en el libro de Wayne Daniels: Bioestadística.

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1) \times \frac{LE^2}{4} + p(1-p)}$$

En donde

N = tamaño de la población

p = proporción de la variable bajo estudio (estimación 0.5)

LE = límite de error (0.10 a 0.05 para estudios de salud pública)

(0.05 a 0.01 para estudios con pacientes)

$$n = \frac{613(0.5)(1-0.5)}{0.05^2}$$

$$612(0.05/4)^2 + 0.5(0.5)$$

$$n = 242 + 10\% = 252$$

Nuestro universo fue de 242 pacientes sometidos a colecistectomía videolaparoscópica durante enero a octubre de 2016 y que cumplan los criterios de inclusión, se sumó a esta cifra 10 pacientes previniendo pérdidas. El 50% (126 pacientes) de nuestra muestra se monitorizó con BIS, el otro 50% no.

4.5 Criterios de inclusión y exclusión

4.5.1 Criterios de inclusión

- Pacientes de ambos sexos
- Edad: 18 a 60 años
- Pacientes llevados a sala de operaciones de Hospital de Día para colecistectomía videolaparoscópica durante enero-octubre 2016.
- ASA I y II

4.5.2 Criterios de exclusión

- Pacientes que reciben medicación con benzodiazepinas, antidepresivos.
- Antecedente de epilepsia.

4.6 Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variables y escala de medida	Unidad de medida o categorías
Edad	Cantidad de tiempo que ha pasado desde el nacimiento de un ser humano	Se descuenta de la fecha actual la fecha de nacimiento y la diferencia se expresa en años	Cuantitativa de razón	Años
Peso	Magnitud de la atracción de la gravedad por un cuerpo	Se pesa a paciente y se expresa resultado en kilogramos	Cuantitativa de razón	Kg
Monitorización con BIS	El Índice Biespectral es un parámetro de monitorización de profundidad. Consiste en una interpretación estadística basada en un algoritmo matemático complejo sobre datos extraídos del EEG de individuos sanos sometidos a anestesia general, que calcula un valor que resulta de procesar una señal de electroencefalografía frontal. Dicho valor adimensional proporciona una medida del nivel de consciencia del paciente.	Existen dos salas de cirugía asignadas para estos procedimientos, en una hay equipo necesario para monitorizar con BIS y en otra no.	Cualitativa nominal	Con monitorización / Sin monitorización
Tiempo de despertar	Tiempo transcurrido desde la finalización de la cirugía hasta la finalización de la anestesia en la sala de operaciones	Se cuentan los minutos transcurridos hasta la finalización de los efectos principales de la anestesia	Cuantitativa de razón	Minutos
Taquicardia	Aumento anormal de las contracciones del corazón	Se considera taquicardia cuando hay más de 100 latidos por minuto	Cualitativa nominal	Sí / No

Elevación de la presión arterial	Existe un aumento de la presión arterial sistólica y /o diastólica	Si la PAS está por arriba de 139 mm/Hg y/o la PAD por arriba de 89 mmHg	Cualitativa nominal	SI / No
Profundidad de la anestesia	Ausencia de signos clínicos que pueden demostrar la presencia de despertar intraoperatorio	Se observa si hay movimientos en el intraoperatorio	Cualitativa nominal	SI / No
Dosis de hipnótico	Dosis de propofol empleado según Kg/ peso	Se calcula la dosis usual de 2 a 2.5 mg por Kg de peso del paciente. Se cuenta el total de dosis administrada en gramos	Cuantitativa de razón	Mg
Dosis de anestésico inhalado	Mantenimiento hipnosis con anestésico inhalado mediante concentración alveolar mínima dosis a la cual el 50% de los pacientes no se mueve como respuesta a un estímulo quirúrgico.		Cualitativa ordinal	Baja, Media, Alta

4.7 Proceso de selección de la muestra

Hospital de Día cuenta con tres quirófanos, y a diario son programados entre 5 a 7 pacientes para colecistectomía videolaparoscópica. Cuando ingresaban a sala de operaciones fueron recibidos por personal de enfermería y de anestesiología. Todos los pacientes son monitorizados con: pulsioxímetro, electrocardiograma, esfigmomanómetro, capnografía.

Cada quirófano cuenta con un monitor BIS Vista Covidien Modelo X4 (ver Anexo 8.2 Figura 1), aunque en quirófano 2 no se encuentra en buen estado, por lo que no se está utilizando actualmente. Se colocan sensores de la misma marca BIS™ Quatro (4 Electrode) Sensor en la frente del paciente (ver Anexo 8.3 Figura 2), los cuales son

desechables, y también se cuenta con suficiente cantidad de éstos para llevar a cabo la investigación.

Ya que el quirófano 2 no cuenta con monitor BIS en buen estado, los pacientes que ingresaron a ese quirófano fueron los no monitorizados con BIS, y los pacientes que ingresaban al quirófano 3 si fueron monitorizados con BIS. El quirófano 1 no se tomó en cuenta con la finalidad que cada grupo estudiado contara con aproximadamente el mismo número de pacientes. Los pacientes que pasan a cada quirófano se escogen de forma aleatoria, sin diferencia de sexo, peso, edad u otra característica, usualmente decidido por enfermería por orden de llegada.

El anestesiólogo que brindaba la anestesia general debía llenar su hoja anestésica como normalmente se realiza con todos los pacientes, y además llenar la hoja recolectora de datos con toda la honestidad.

La monitorización con BIS fue llevada a cabo desde la inducción anestésica hasta el despertar del paciente.

La hoja recolectora de datos se encontraba en cada quirófano con los datos necesarios para obtener de la hoja anestésica en caso que se llegara a necesitar, caso que no se presentó.

4.8 Recolección y tabulación de datos

Para recolectar los datos se diseñó una ficha técnica donde se consignaron todas las variables de interés.

La mayor parte de la información necesaria para esta investigación fue recolectada de los registros de la hoja de anestesia de cada paciente y de la hoja recolectora que se encontraba como un libro en cada quirófano

La tabulación de los datos se realizó en una base de datos diseñada en Excel.

4.9 Análisis de datos

El análisis de datos se realizó en SPSS versión 23. Para el resumen de los datos se utilizaron tablas de frecuencias absolutas y relativas y gráficas. Para variables cuantitativas se calcularon medias y desviación o medianas y cuartiles dependiendo de la distribución de probabilidad de estas. Posibles asociaciones entre variables se evaluaron a través de tablas de contingencia y la estadística de chi cuadrado. El tamaño del efecto se estimó con una razón de prevalencia y su respectivo intervalo de confianza del 95%.

Se realizaron comparaciones de variables cuantitativas con las pruebas de T si los datos eran normales y con la prueba de suma de rangos de Wilcoxon si los datos eran no paramétricos.

4.10 Aspectos éticos

De acuerdo con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki; este estudio se desarrolló conforme a los siguientes criterios:

- El deber del médico es promover y velar por la salud, bienestar y derechos de los pacientes, incluidos los que participan en investigación médica. En la presente investigación se analizará y describirá cómo se desarrolla la anestesia general comparando cuando se utiliza un monitor BIS y cuando no se utiliza. Esto no representa ningún daño para el paciente, ya que la utilización del BIS es una monitorización no invasiva que no provoca dolor ni ningún efecto secundario. Además tal como lo dicta la Declaración de Helsinki que los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber y que el progreso de la medicina se basa en la investigación que, en último término, debe incluir estudios en seres humanos; de esta forma la finalidad de este estudio es beneficiar a los pacientes del Hospital Roosevelt, para que gocen de todos los instrumentos con que se cuenta, y con la mayor tecnología.

- Γ Ya se han realizado estudios sobre el BIS en numerosas ocasiones donde se comprueba su utilidad; sin embargo en el Hospital Roosevelt su uso es limitado, por lo que en este estudio se pretendió resaltar todos los beneficios de su utilización, mediante un análisis descriptivo y fórmulas matemáticas, por lo que no se requirió consentimiento informado, ya que los datos serán obtenidos de los registros médicos; y, el proceso médico no se verá alterado en ninguna forma por la investigación.

- Γ Se garantiza la seguridad de los pacientes y no corren riesgos al ser parte de la investigación.

- Γ La investigación se llevó a cabo al contar con la aprobación de las autoridades del Hospital y que ellos consideraron que es éticamente viable.

V. RESULTADOS

Se tomó una muestra de 255 casos consecutivos durante el año 2016 correspondiente a pacientes que se les realizó una colecistectomía videolaparoscópica en Hospital de Día del Hospital Roosevelt. De estos, 129 fueron monitorizados en el índice Biespectral y 126 no fueron monitorizados.

En la **tabla 1** se compara la edad y el peso de cada grupo de pacientes, monitorizados con BIS y no monitorizados, observando las medias y desviación estándar, y realizando el análisis estadístico con la prueba T de Student para muestras independientes.

En la **tabla 2** se comparan las medianas de la dosis de propofol administrada cuando hubo y no monitorización con BIS y se muestra el resultado de una prueba inferencial de suma de rangos de Wilcoxon con un nivel de significancia del 5%.

En la **gráfica 1** se representa en un diagrama de caja los resultados de la tabla 2, la caja de color amarillo representa el grupo no monitorizado con BIS, y el color verde para los que sí fueron monitorizados; observando una mayor elevación de la dosis de propofol en quienes no fueron monitorizados.

La **tabla 3** compara la administración de propofol por arriba de la dosis máxima que debería recibir un paciente en función de la monitorización con BIS. Se dividió el total de propofol utilizado por paciente, entre el peso. Y se contó la frecuencia de los pacientes por encima de 2.5 mg/kg de peso (dosis máximas de inducción de propofol); sacando el porcentaje.

En la **gráfica 2** se muestran los datos obtenidos de la tabla 3; evidenciando que el grupo que no fue monitorizado con BIS obtuvo sobredosis de propofol con mayor frecuencia.

La **tabla 4** compara la dosis administrada de anestésicos inhalados según se haya realizado o no monitorización. Se muestra además una prueba inferencial de chi cuadrado de Pearson para evaluar significancia estadística.

En la **gráfica 3** se observa la comparación entre los 2 grupos, encontrándose que utilizando el monitor BIS se mantienen las dosis ideales de inhalados, independientemente de cuál anestésico inhalado se utilice durante el mantenimiento de la anestesia general (sevoflurane, isoflurane o desflurane).

La **tabla 5** compara la presencia de movimientos durante la anestesia en ambos grupos; la **tabla 6**, la presencia de taquicardia y la **tabla 7**, la elevación en la presión arterial, que son las variables analizadas como signos clínicos que manifiestan despertar intraoperatorio. Analizando en las 3 tablas la frecuencia y porcentaje de la presencia de las mismas durante la anestesia, y el análisis estadístico con la prueba de Ji cuadrado de Pearson.

En la **tabla 8** se comparan las medianas del tiempo de recuperación (medido en minutos) según se haya monitoreado o no con BIS, además, se muestra el resultado de una prueba de suma de rangos de Wilcoxon.

En la **gráfica 4** se representan los valores de las medianas del tiempo de recuperación, y los cuartiles 1 y 3, en un diagrama de caja, el grupo no monitorizado de color amarillo y el grupo que si fue monitorizado de verde; demostrando que el grupo de pacientes que no fueron monitorizados tiene mayor tiempo de recuperación.

Tabla 1

Comparación de la edad y el peso de pacientes con y sin monitorización índice Biespectral (BIS), n = 255

Variables	Monitorización con BIS				Valor p^*
	No		Sí		
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	
Edad (años)	39	16	41	14	0.171
Peso (Kg)	72	11	69	8	0.011

* Prueba de T de Student para muestras independientes

Tabla 2.

Comparación de las dosis de propofol administradas a pacientes con y sin monitorización con BIS

Monitorización con Índice Biespectral	Dosis propofol total (mg)		
	Cuartil 1	Mediana	Cuartil 3
No	120	150	180
Sí	100	120	150

Valor p, prueba de suma de rangos de Wilcoxon < 0.001

Gráfica 1.

Comparación de las dosis de propofol administradas a pacientes con y sin monitorización con BIS

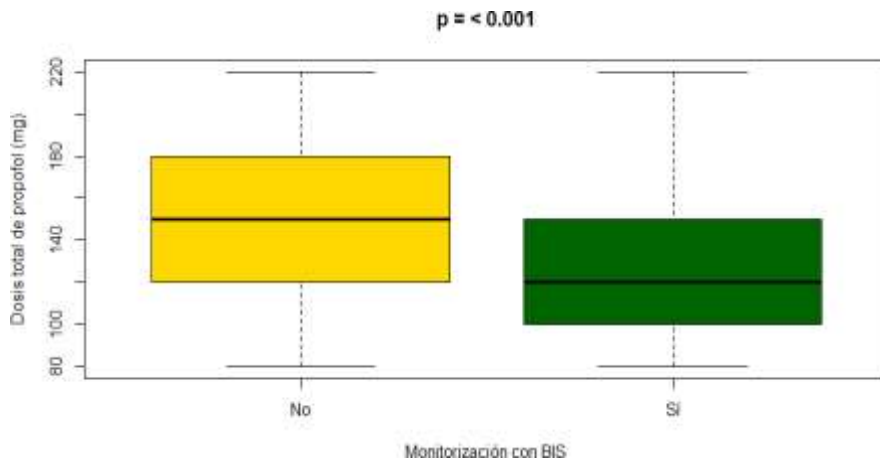


Tabla 3.

Pacientes a los que se les administró propofol por arriba de la dosis calculada según monitorización con BIS

Monitorización con Índice Biespectral	Propofol administrado en exceso			
	No		Sí	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No	104	82.5%	22	17.5%
Sí	124	96.1%	5	3.9%

Valor p, prueba de ji cuadrado de Pearson < 0.001
 Razón de prevalencias = 4.50 [IC 95% 1.76 a 11.53]

Gráfica 2.

Pacientes a los que se les administró propofol por arriba de la dosis calculada según monitorización con BIS

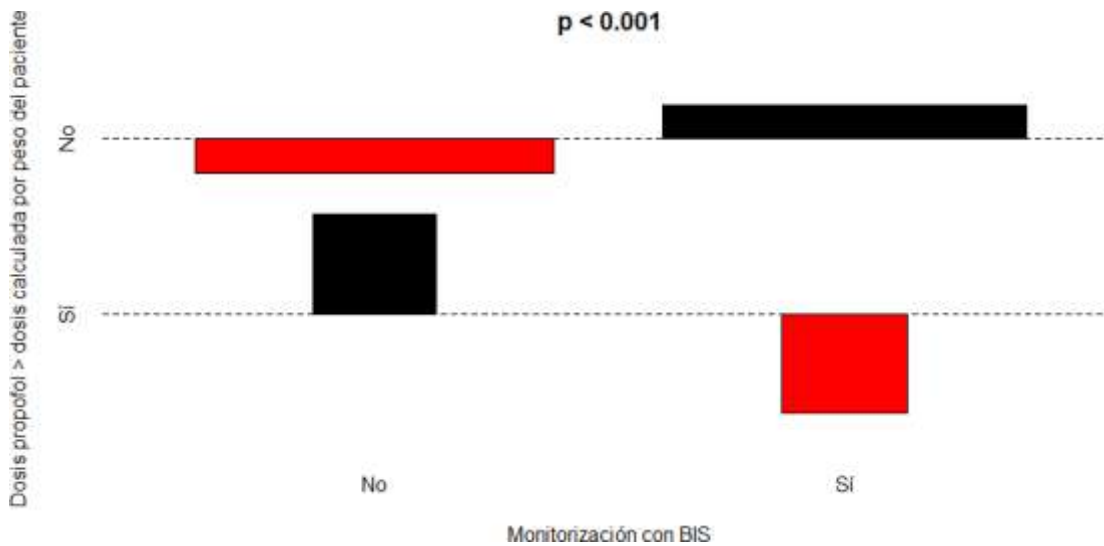


Tabla 4.

Comparación de las dosis de anestésico inhalado según monitorización con BIS

Monitorización con Índice Biespectral	Dosis anestésico inhalado					
	Baja		Media		Alta	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No	19	15.1%	43	34.1%	64	50.8%
Sí	10	7.8%	63	48.8%	56	43.4%

Valor p, prueba de ji cuadrado de Pearson = 0.029

Gráfica 3.

Comparación de las dosis de anestésico inhalado según monitorización con BIS

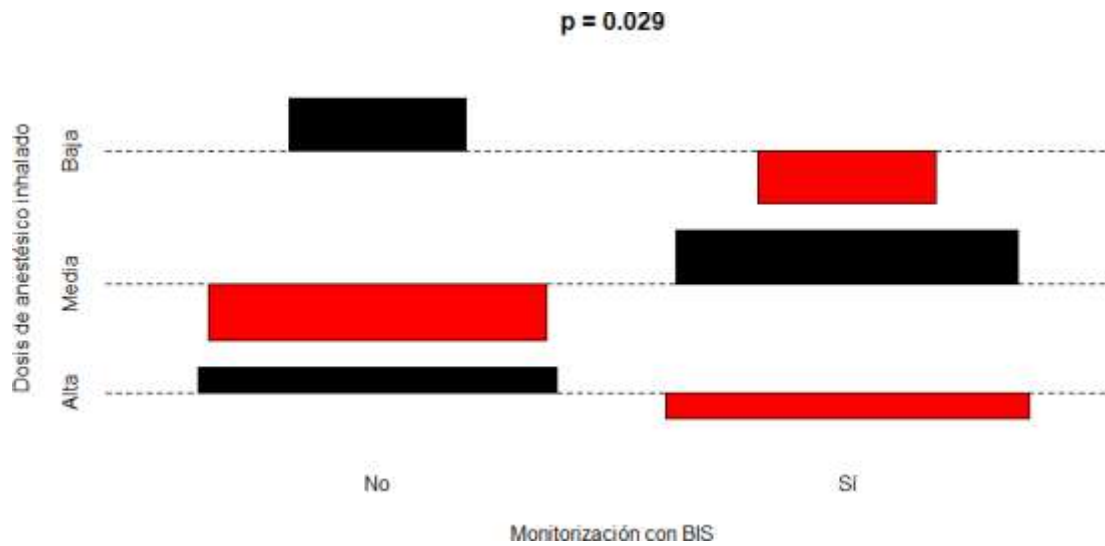


Tabla 5.

Presencia de movimientos durante la anestesia según monitorización con BIS

Monitorización con Índice Biespectral	Presencia de movimientos			
	No		Sí	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No	111	88.1%	15	11.9%
Sí	119	92.2%	10	7.8%

Valor p, prueba de ji cuadrado de Pearson = 0.265

Tabla 6.

Presencia taquicardia según monitorización con BIS

Monitorización con Índice Biespectral	Taquicardia			
	No		Sí	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No	92	73.0%	34	27.0%
Sí	98	76.0%	31	24.0%

Valor p, prueba de ji cuadrado de Pearson = 0.589

Tabla 7.

Elevación de la presión arterial según monitorización con BIS

Monitorización con Índice Biespectral	Elevación de presión arterial			
	No		Sí	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No	92	73.0%	34	27.0%
Sí	95	73.6%	34	26.4%

Valor p, prueba de ji cuadrado de Pearson = 0.910

Tabla 8.

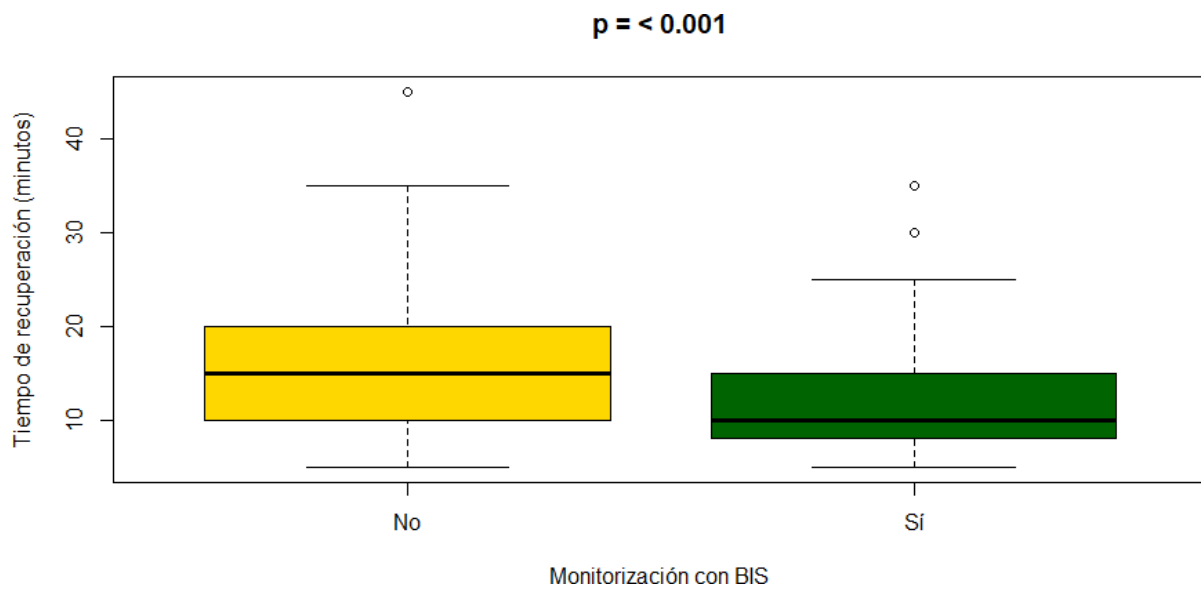
Comparación del tiempo de recuperación según monitorización con BIS

Monitorización con Índice Biespectral	Tiempo de recuperación (minutos)		
	Cuartil 1	Mediana	Cuartil 3
No	10	15	20
Sí	8	10	15

Valor p, prueba de suma de rangos de Wilcoxon < 0.001

Gráfica 4.

Comparación del tiempo de recuperación según monitorización con BIS



VI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Al contar con los datos de la evaluación de las posibles diferencias en el consumo de anestésicos, desarrollo de la anestesia y tiempo de despertar en los pacientes según se hayan monitorizado o no a través del índice Biespectral (BIS), en primer lugar, se realizó una comparación de la edad y peso de los pacientes, que son dos variables que se relacionan con el consumo de anestésicos, mayor edad requiere menor cantidad de anestésicos y mayor peso requiere una dosis mayor de anestésicos. Según el valor p de la prueba de T, se observó diferencia estadísticamente significativa entre el promedio del peso en pacientes en ambos grupos ($p = 0.011$); los pacientes con BIS tenían en promedio 69 kilogramos de peso comparado con el promedio de los pacientes no monitorizados, que fue de 72 kg, esto podría influir en los resultados obtenidos al comparar la cantidad de anestésicos administrados según haya o no monitorización con BIS.

Al comparar las medianas de las dosis de propofol total administrado a los pacientes monitorizados con BIS con las de aquellos no monitorizados se observó una diferencia estadísticamente significativa según la prueba de suma de rangos de Wilcoxon. La mediana de dosis de propofol en pacientes con monitorización con BIS fue 150 mg, mientras 120 mg en no monitorizados.

En los pacientes monitorizados con BIS, un 3.9% requirió de la administración de una cantidad mayor de propofol a la dosis adecuada; esto ocurrió, en cambio en el 17.5% de los pacientes sin monitorización. Esta diferencia resultó estadísticamente significativa según la prueba de Ji cuadrado de Pearson y la razón de prevalencia indica que una persona no monitorizada con BIS tiene 4.5 veces la probabilidad de requerir más de la dosis adecuada de propofol según peso que un paciente monitorizado. La Gráfica 2 muestra como la no monitorización con BIS favorece la administración de propofol en exceso.

La tabla 4 muestra que la cantidad de anestésico inhalado que se administró según monitorización con BIS también varió significativamente habiendo más pacientes del grupo no monitorizados que recibieron una dosis alta y la dosis media fue recibida en su mayoría con los pacientes monitorizados. La gráfica 3 muestra que la no monitorización con BIS se asocia a una administración de dosis altas de anestésico inhalado y la monitorización con BIS favorece

la administración de dosis medias de anestésico inhalado, lo que significa que dosis medias son un equivalente a dosis ideales (MAC de cada inhalado).

Hasta este punto se concluyó que la monitorización con BIS se asocia con una menor administración de propofol en exceso una mediana de dosis más baja y la administración de dosis media de anestésico inhalado. Ahora se comparará el desarrollo y profundidad de la anestesia y el tiempo de despertar según monitorización con BIS.

La monitorización con índice Bispectral no presentó una menor incidencia de taquicardia ni alteración de la presión arterial para estos eventos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas como lo indica los valores p correspondientes, es decir estos efectos adversos no variaron significativamente cuando se aplicó o no la monitorización con BIS.

La presencia de movimientos, aunque no resultó estadísticamente significativa, al compararla entre pacientes monitorizados y no monitorizados si se observó que los pacientes monitorizados presentaban un menor porcentaje de reportes de movimientos durante la anestesia (7.8% versus 11.9%), es decir el tamaño del efecto de esta asociación ha de ser pequeño, sin embargo, sí parece evidente que la presencia de movimientos durante la anestesia será menor cuando se hace una monitorización con BIS.

Luego se hizo la comparación del tiempo de despertar según monitorización y se observó una diferencia altamente significativa entre las medianas del tiempo de despertar correspondiendo una mediana de 10 minutos para los pacientes monitorizados y una mediana de 15 minutos para los no monitorizados, esto posiblemente se asocie directamente con la cantidad de medicamento recibido menos en los pacientes monitorizados.

El BIS (índice Bispectral) es el primer monitor de profundidad anestésica validado clínicamente que permite la valoración objetiva del efecto de los anestésicos sobre la actividad cerebral y proporciona información sobre la dosificación de los anestésicos, los procesos de inducción y educación anestésica y el efecto de la estimulación quirúrgica sobre el nivel de profundidad anestésica.

En el presente estudio se compararon dos formas de monitorización (BIS vs monitoreo tradicional) de pacientes sometidos a colecistectomía videolaparoscópica para disminuir la administración de medicamentos adicionales y correlacionar el tiempo de despertar y recuperación anestésica obteniéndose mejores resultados con el monitoreo BIS por una leve diferencia.

En un estudio realizado en 2003, Peñuelas et al, realizaron un estudio prospectivo y comparativo para determinar si hay posibilidad de disminuir el consumo de fármacos anestésicos a partir del control de la profundidad de sedación. Incluyeron 175 pacientes, y al igual que en el presente estudio, se dividieron en grupos de pacientes monitorizados con BIS y sin BIS. Se midió el consumo de fármacos para mantener el valor del BIS entre 60 y 40, y se calculó su costo por hora de anestesia. (37) Sus resultados arrojaron que el costo de los fármacos por hora de anestesia fue más bajo en los procedimientos mayores de cuatro horas de duración. En el presente estudio, las dosis utilizadas tanto de propofol como de anestésicos inhalados fue menor en el grupo de BIS, demostrándose por lo tanto que sí hay reducción de los costos.

Específicamente en colecistectomías videolaparoscópicas, Beltrán et al llevó a cabo un ensayo clínico controlado, aleatorizado, en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica: 30 pacientes sometidos a monitoreo BIS (Grupo 1) y 30 pacientes que no se sometieron a monitoreo BIS (Grupo 2) en los cuales se evaluó el tiempo de recuperación anestésica. Los resultados que obtuvieron concluyeron que el grupo experimental monitorizado con BIS tuvo una recuperación anestésica más rápida que el grupo convencional y disminuyó los costos. (38) Al igual que en este estudio donde la mediana del tiempo de despertar posoperatorio fue menor en los pacientes que fueron monitorizados con BIS.

Assare y cols, realizaron un ensayo clínico controlado comparando tres grupos en el cual valoraron el consumo de sevoflurano guiado por BIS, el consumo de sevoflurano guiado por potenciales evocados auditivos y el consumo de sevoflurano guiado por signos clínicos. Estos autores concluyeron que el consumo de sevoflurano fue menor con BIS ($p= 0.001$) con un CAM de 0.9%. (39) En el presente estudio, se puede comparar resultados similares, porque hubo disminución en el CAM utilizado en el grupo de pacientes monitorizados con BIS, prevaleciendo en las dosis medias (CAM Sevoflurane 2%).

Gan y cols, realizaron un ensayo clínico controlado multicéntrico para valorar el consumo de propofol en pacientes sometidos a procedimientos de cirugía general bajo anestesia general, concluyeron que el consumo de propofol es menor en pacientes monitorizados con BIS y que necesitaron menor dosis de opioide adicional. (40) Siendo similar los resultados obtenidos en este estudio donde según dosis por peso de propofol, en el grupo no monitorizado con BIS, la incidencia de sobredosificación de propofol fue de 17.5%, mientras que en los pacientes monitorizados con BIS, fue de solo 3.9%.

6.1 CONCLUSIONES

- 6.1.1** El empleo del Índice Biespectral (BIS) en la monitorización de los pacientes bajo anestesia general sometidos a colecistectomía videolaparoscópica, presentó una disminución estadísticamente significativa del consumo de propofol ($p < 0.001$) y una diferencia estadísticamente significativa en el consumo de anestésicos inhalados ($p = 0.029$).
- 6.1.2** No hubo diferencia significativa en la frecuencia de elevación de presión arterial ($p = 0.910$) y presencia de taquicardia ($p = 0.589$) y no se encontró diferencia significativa en la presencia de movimientos durante la anestesia según monitorización con BIS ($p = 0.265$); sin embargo, se observó una menor prevalencia de movimientos durante la anestesia en pacientes con BIS (7.8% vrs 11.9%).
- 6.1.3** Los pacientes monitorizados con BIS presentaron un menor tiempo de despertar (mediana = 10 vrs 15) y tal diferencia resultó estadísticamente significativa ($p < 0.001$).

6.2 RECOMENDACIONES

- 6.2.1** Durante una anestesia general balanceada es de mucho beneficio contar con monitorización de profundidad anestésica, como pudo ser demostrado en este estudio por lo que se recomienda contar con más monitores BIS dentro de todos los quirófanos del Hospital Roosevelt, ya que en la actualidad contamos con escaso número de éstos.

- 6.2.2** Para la interpretación adecuada de los monitores BIS es necesario capacitar al personal sobre su uso, dar charlas para que conozcan el manejo y los posibles beneficios que se obtienen al utilizarlo y de esta manera hacer conciencia al respecto.

- 6.2.3** Realizar más estudios de tipo longitudinal donde se puedan llevar seguimiento de estos pacientes y ampliar la información obtenida de este estudio transversal.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Singh Y, Singh AP, Yadav G, Kumar D. Comparative evaluation of cost effectiveness and recovery profile between propofol and Bispectral in laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Essays Res.* 2015 May-Aug; 9(2): 155–160.
2. Alvarez G, Ochoa G, Velazco J, Gutiérrez C, Monares E. Monitoreo anestésico básico. *Rev Mexicana Anestesiología.* 2013; 36(1): 95-100.
3. Charúa L, López B, Osorio R, Navarrete T. Cirugía ambulatoria: Diez años de experiencia en una unidad proctológica de base hospitalaria. *Rev Med Hospital General México.* 2005 Abr.-Jun; 68 (2): 71 – 75.
4. Kent CD. Awareness during General Anesthesia: ASA Closed Claims Database and Anesthesia Awareness Registry. *ASA newsletter,*2010; 74:14-16
5. Niño M, Henning J. El despertar intraoperatorio en anestesia, una revisión. *Rev Mex Anest.* 2011; 34: 274-285.
6. Rojas X. Despertar Intraoperatorio en pacientes con anestesia general en Hospital Docente UTPL, durante julio a diciembre del 2011[Tesis para optar por el título de Médico] Ecuador: Universidad Particular de Loja, Escuela de Medicina; 2014.
7. Leslie K, Myles PS, Forbes A, Chan MT. The effect of bispectral index monitoring on long term survival in the B-aware trial. *Anesth Analg.* 2010; 110: 16-22.
8. Punjasawadwong Y, Phongchiewboon A, Bunchungmongkol N. Bispectral index for improving anaesthetic delivery and postoperative recovery. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [en línea]. 2014 Issue 6. Art. No.: CD003843. DOI: 10.1002/14651858.CD003843.pub3.
9. Degrandi CR, Marques W, Nunes VM. Beneficios de la anestesia general monitorizados con Índice Bispectral comparado a la monitorización guiada por parámetros clínicos. Revisión sistemática y metaanálisis. *Rev Bras Anesthesiol.* 2017;67(1):72-84
10. Poveda MJ. Eficacia del índice Bispectral en la evaluación de la profundidad anestésica en pacientes sometidos a cirugía electiva con anestesia general en el Hospital Carlos Roberto Huembes. [Tesis maestría] Managua: UNAN. 2016.
11. Kelz M, Mashour G, Abel T, Maze M. Anesthetic physiology. Sleep, memory and consciousness. En: *Anesthesiology Miller.* 7 ed. Churchill Livingstone; 2011: Vol. 1 p. 237-259

12. Martínez T. Índice Biespectral en la práctica actual. *Revista Anestesiología*. 2012; (7): 10-11.
13. Sociedad Castellano-Leonesa de Anestesiología, Reanimación y terapéutica del dolor. Rodríguez A, Ruiz N, Domenech B, Ruiz F. Monitorización de la consciencia mediante el índice Biespectral en anestesia, Índice Biespectral (BIS) para monitorización de la consciencia en anestesia y cuidados críticos: guía de práctica clínica. Valladolid. 2008.
14. Juez E. Diagnóstico del despertar intraoperatorio. Monitorización de la profundidad anestésica. Sociedad Madrid Centro de Anestesiología y reanimación. Madrid: 2006, 22-26
15. Morgan E, Mayed M. *Anestesiología Clínica*, 5 ed. Argentina: Editorial Panamericana. 2009 p. 8-16
16. Tardío R, Clavijo J, Castellon V, Bustamante C, Orozco A. Utilidad del Índice Biespectral en la monitorización de la conciencia durante la anestesia general. *Revista Científica Ciencia Médica*. 2010;13(2): 69-72
17. Liu S. Effects of Biespectral index monitoring on ambulatory anesthesia: a meta-analysis of randomized controlled trials and a cost analysis. *Anesthesiology*. 2004; 101(2): 311-5.
18. Frank M. The Mystery of sleep function: Current perspectives and future directions. *Rev Neuroscience*. 2006; 17: 375.
19. Rodríguez R, Camarao V, Trevia V, Quezado N, Moreira L. Factores de Riesgo para el despertar Intraoperatorio, *Revista Brasileña de Anestesiología*. . 2012; 62: 365-374.
20. Nelson LE, Guo TZ, Lu J, et al: The sedative component of anesthesia is mediated by GABA (A) receptors in a dangerous sleep pathway. *Nat Neurosciencie*. 2002; 5: 979 – 1002.
21. Palanca B, Mashour G, Avidan M. Processed electroencephalogram in depth of anesthesia monitoring. *Curr Opin Anaes thesiology* 2009; 22: 553-9
22. Monk T, Saini V, Weldon B, Sigl J. Anesthetic management and one year mortality after noncardiac surgery. *Anesthesia Analgesic*. 2005; 100 (1): 4-10.
23. Peñuelas J, Oriol A, Castelazo J, Hernandez C. Utilidad del índice Biespectral (BIS) en la reducción del costo de fármacos para la anestesia. *Rev. Cirugía y Cirujanos*.2003; 71: 300 -303.
24. Samuelson P, Brundin L, Sandin RH. Late Psychological symptoms after awareness among consecutively included surgical patients. *Anesthesiology*. 2007; 26: 106.

25. Mychaskiw GI, Horowitz M. False negative BIS? Maybe, maybe not! *Anesth Analg* 2001; 93:798–9.
26. Bevacqua BK, Kazdan D. Is more information better? Intraoperative recall with a Bispectral Index monitor in place. *Anesthesiology* 2003; 99:507–8.
27. Rosow C, Manberg P. Bispectral index monitoring. *Anesth Clin North American*. 1998; 2: 89-107
28. Aldrete J, Guevara U, Capmourteres E. Texto de anestesiología teóricopractico. 2 ed. México: Editorial El Manual Moderno. 2004 p. 3-19.
29. Hemmerling TM, Fortier JD. Falsely increased bispectral index values in a series of patients undergoing cardiac surgery using forced-air-warming therapy of the head. *Anesth Analg*. 2002;95(2):322–323.DOI:10.1213/00000539-200208000-00014.
30. Tovar C. Profundidad anestésica con índice Bispectral BIS en TIVA con remifentanilo – midazolam en infusión en pacientes sometidos a tiroidectomía en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza [Tesis para optar por el Título de Especialista en Anestesiología y reanimación]. Lima, Peru: Universidad Nacional San Marcos, Escuela de Graduados; 2012.
31. Ghoneim M, Drugs and Human Memory (part 1). *Anesthesiology*. 2004; 100: 987-1002.
32. Logginidou H. Propofol suppresses the cortical somatosensory evocated potential in rats. *Anesthesiology*. 2003; 97: 1784 -1788.
33. Bauillon T. Mixed-Effects modeling of the intrinsic ventilator depressant potency of propofol in the non steady-state. *Anesthesiology*. 2004; 100: 240-250.
34. Koop VJ, Shafer A: Anesthesiologists and perioperative communication. *Anesthesiology*. 2000; 93: 548
35. Stoelting R, Hillier S. Pharmacology and physiology in anesthetic practice. 4a ed. Indianapolis, Indiana: Lippincott Williams & Wilkins. 2006.
36. Epstein, R.H., Maga, J.M., Mahla, M.E. et al. Prevalence of discordant elevations of state entropy and bispectral index in patients at amnestic sevoflurane concentrations: a historical cohort study *Can J Anesth/J Can Anesth* (2018) 65: 512. DOI: doi.org/10.1007/s12630-018-1085-3
37. Peñuelas-Acuña J, Oriol-López SA. Utilidad del índice Bispectral (BIS) en la reducción del costo de fármacos para la anestesia. *Cir Ciruj* 2003; 71: 300-303
38. Beltrán-López G, Martínez-Félix JI. Eficiencia del Índice Bispectral en la recuperación de la anestesia general en pacientes sometidos a cirugía de Colecistectomía Laparoscópica. *Rev Med UAS Nueva época*; 2012 Abr – Jun; 3 (2): 5-9.

39. Assare H, Anderson RE, Jakobsson J. Sevoflurane requirements during ambulatory surgery: a clinical study of bispectral index and auditory evoked potential guided anaesthesia. *Ambulatory Surgery* 2002;9 (4):207-211
40. Gan TJ, Glass PS, Windsor A, Payne F, Rosow C, Sebel P, et al. Bispectral Index monitoring allows faster emergence and improved recovery from propofol, alfentanil and nitrous oxide anesthesia. BIS Utility Study Group. *Anesthesiology* 1997;87(4):808-15. 9357882.

VIII. ANEXOS

8.1 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

HOSPITAL ROOSEVELT
DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

No. Registro: _____ Edad: _____

Peso: _____

Finalización cirugía: _____ Finalización anestesia: _____

1. Monitorización con BIS Sí _____ No _____
2. ¿El paciente presentó movimientos? Sí _____ No _____
3. De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Cuál fue el manejo?

Propofol

Anestésico inhalado

Relajante muscular

Benzodiacepina

Otro (Especifique) _____

4. ¿Durante el procedimiento quirúrgico paciente presenta signos hemodinámicos relacionados con despertar transoperatorio?

Taquicardia

Elevación presión arterial

No presenta

5. Dosis propofol total _____

6. Anestésico inhalado

a. Sevoflurane

Menor 2%

2%

Mayor 2%

b. Isoflurane

Menor 1%

1%

Mayor 2%

8.2 Figura 1 Monitor BIS Covidien



8.3 Figura 2 Cables y sensores BIS Covidien



PERMISO DEL AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO

Los autores conceden permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada: "ÍNDICE BIESPECTRAL PARA EVALUAR LA DISMINUCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE ANESTÉSICOS EN PACIENTES BAJO ANESTESIA GENERAL SOMETIDOS A COLECISTECTOMÍA VIDEOLAPAROSCÓPICA" para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.