

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN-MANAGUA

Hospital Carlos Roberto Huembes

Tesis para optar al Título de Anestesiología y Reanimación

**Eficacia del índice biespectral en la evaluación de la
profundidad anestésica, en pacientes sometidos a cirugía electiva
con anestesia general en el “Hospital Carlos Roberto Huembes”
en el periodo Junio 2015- Enero 2016.**

Dra. María José Poveda Martínez
Residente III año de anestesia

Tutor: Dr. Gilberto Alonso Gavarrete
Anestesiólogo
Jefe de sala de operaciones

Tutor metodológico: Dr. Manuel Pedroza
Profesor Titular de UNAN - Managua
Dir. de la Dirección de Investigación de Grado.

Managua, Nicaragua

CARTA DEL TUTOR

El trabajo presentado por Dra. María José Poveda Martínez, sobre *Eficacia del índice biespectral en la evaluación de la profundidad anestésica, en pacientes sometidos a cirugía electiva con anestesia general en el Hospital “Carlos Roberto Huembes” en el período junio 2,015 – enero 2,016*, para optar al título de especialista en Anestesiología, nos traslada a una fascinante experiencia donde el paciente que es sometido a un nivel de inconsciencia y analgesia profunda para realizarle una cirugía es evaluado con parámetros de registro de actividad electroencefalográfica. Hay pocos estudios sobre este tema y los resultados presentados por Dr. Poveda Martínez, como la disminución del consumo de agentes anestésicos y de la reversión del relajante muscular, sin tomar en cuenta que en pacientes con mayor riesgo, como embarazadas, politraumatizados y niños entre otros, que con una dosis no adecuada podrían tener mayores complicaciones. Reconozco que los elementos científicos y metodológicos empleados en este estudio fueron bien evaluados y preparados, ya que Dra. Poveda Martínez realizó y aprobó curso de “**metodología de la investigación**”.

Insto a Dra. Poveda que continúe por este camino de la investigación, ya que es apenas la punta del iceberg.

Comisionado
Dr. Gilberto Alonso Gavarrete Castillo
Jefe Anestesia y Quirófanos
H.C.R.H.

cc.: Archivo

Dedicatoria

A mis padres los cuales me han apoyada paso a paso a lo largo de este camino

A mi esposo e hijo razón de lucha constante

A mi abuela por su cariño incondicional

Agradecimiento

A mi familia, a mis maestros y a todas aquellas personas que a lo largo de estos años me brindaron su apoyo incondicional.

Resumen

En la actualidad, el índice biespectral (BIS) es la técnica más importante junto con los parámetros clínicos, para la correcta monitorización de la profundidad anestésica. Siendo el despertar transoperatorio, la administración insuficiente o excesiva de fármacos, el tiempo de recuperación del paciente entre otros, parámetros en los que se puede incidir con la utilización del índice biespectral. El objetivo principal del presente trabajo es analizar la eficacia de la profundidad anestésica por Bis y parámetros clínicos durante anestesia general electiva. Para lo cual se realizó un estudio descriptivo prospectivo correlacional analítico longitudinal, en la unidad de Sala de operaciones del Hospital Carlos Roberto Huembes Junio 2015 - Enero 2016 para lo cual ingresaron a este estudio 40 pacientes, de ambos sexos, ASA I-II, edad entre 20-60 años, programados para cirugía abdominal (colecistectomía laparoscópica). Se aplicó una ficha de recolección de datos aleatoriamente divididos en 2 grupos de estudio: Grupo I se dosificó los agentes anestésicos a la monitorización del grado de hipnosis mediante el BIS. Grupo II se dosificó los agentes anestésicos a la monitorización de signos clínicos y cambios hemodinámicos. Según los resultados obtenidos se puede observar igual incidencia de DIO en ambos grupos, menor dosificación de drogas durante la anestesia general, en el Grupo monitorizado con BIS con relación al Grupo que se monitorizó solo con cambios hemodinámicos, disminución en la reversión de relajantes musculares en pacientes del Grupo I y variaciones hemodinámicas que no siempre están relacionadas con el nivel de hipnosis.

INDICE

Introducción.....	1
Antecedentes.....	3
Justificación.....	5
Planteamiento del problema.....	6
Objetivos.....	7
Marco teórico.....	8
Hipótesis.....	25
Material y métodos.....	26
Resultados.....	33
Discusión.....	37
Conclusiones.....	39
Recomendaciones.....	40
Bibliografía.....	41
Anexos.....	43

Introducción

Desde el inicio de las primeras prácticas anestésicas, la preocupación por conseguir un *nivel adecuado de profundidad anestésica* ha sido una constante problemática entre los anestesiólogos, ya que administrar una dosis insuficiente o excesiva de anestésico conlleva efectos deletéreos para los pacientes, lo cual se vio incrementado con la introducción de los relajantes musculares; al comienzo de las épocas la única arma para hacer frente a dicha situación era la evaluación de los parámetros clínicos tales como la pérdida del reflejo palpebral, el tamaño de la pupila, la ausencia de respuesta a la orden verbal, alteraciones hemodinámicas, y los movimientos, el cual era uno de los más importantes.^{2,3,7}

En los últimos años el despertar transoperatorio (DIO) y el recuerdo de los eventos que ocurren bajo anestesia general es uno de los principales temores de los enfermos que van a ser intervenidos quirúrgicamente, además este se relaciona con el síndrome de estrés postraumático y para el anestesiólogo con implicaciones legales. Constituye una de las problemáticas a nivel mundial de la anestesia general, su elevada incidencia ha propiciado la aparición de nuevos aparatos que a través de análisis de la actividad eléctrica cerebral (espontánea o evocada) y diferentes técnicas pueden aproximarnos aún más a la adecuada valoración de la profundidad anestésica, entre los cuales el más importante y utilizado en la actualidad es el índice biespectral (BIS) que predice en forma satisfactoria el retorno de la conciencia en la recuperación de los pacientes.^{3,7,9}

En nuestro país no hay registros de despertar intraoperatorio lo cual no significa nunca se presentara ningún caso, pero si indica un grave problema de registros y probablemente una baja incidencia de estos. El objetivo del actual estudio evaluó la monitorización de la profundidad anestésica con el índice BIS, posterior a la inducción, comparo el consumo de agentes anestésicos en el transoperatorio, tiempo de retorno a la conciencia y la necesidad de reversión del relajante muscular, en pacientes sometidos a anestesia general que cumplan ciertos criterios; para la cual se dividió a la población de estudio en dos grupos: 1. Los monitorizados con los valores del BIS como monitor de estado de profundidad del estado anestésico, y 2. Los monitorizados con parámetros

hemodinámicos y los signos indirectos de profundidad anestésica, correlacionando y comparando los grupos de estudio antes mencionado.

Antecedentes

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 linear, 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.¹⁰

Esta técnica de monitoreo ha sido utilizada en la vigilancia de los pacientes durante un evento anestésico, en un estudio multicéntrico (Sebel PS, A multicenter study of bispectral electroencephalography analysis for monitoring anesthetic effect. 1997) de 300 pacientes utilizando diferentes técnicas anestésicas demostró que los pacientes con monitorización BIS ajustando la dosis del anestésico a niveles por debajo de 60 tuvieron respuestas de movimiento menores, que aquéllos con monitorización convencional (43% vs 13%), en un estudio ciego, controlado, multicéntrico de 302 pacientes en quienes se utilizó propofol alfentanil - óxido nitroso demostró que los pacientes con monitorización BIS llevados a niveles de 45-60 pueden requerir niveles menores de fármacos sedantes sin llegar a niveles subóptimos, además de una recuperación más rápida y periodo de extubación más rápido (7.2 min vs 11.2, IC 95%). (Gan TJ, Bispectral index monitoring allows faster emergence and improved recovery from propofol, alfentanil, and nitrous oxide anesthesia. 1997).⁵

En 1997 se realiza el estudio Glass PS, Analysis Measures Sedation and Memory Effects of Propofol, Midazolam, Isoflurane and Alfentanil in Healthy Volunteers Se, donde se comparó el índice BIS con los índices de sedación e hipnosis en el ámbito clínico, se validó la escala inicialmente en más de 400 pacientes que fueron sometidos a procedimiento anestésico comparado con evaluación de EEG y de escalas de sedación,

logrando una concordancia más precisa que con el EEG en los periodos de pre-incisión, procedimiento quirúrgico y despertar. ^{4,5}

En Nicaragua en el Hospital Antonio Lenin Fonseca en los años 90 se instauró el uso de BIS en sala de operaciones, lo cual mejoró de forma significativa la calidad de la anestesia general y disminución del DIO, lamentablemente por costos de los sensores y mal uso del equipo se dejó de realizar, actualmente no hay ningún hospital del estado que cuente con este tipo de monitoreo en sala de operaciones.

Justificación

En los últimos años se han realizado diferentes estudios para determinar eficacia, calidad, grado de conciencia y otros, de la anestesia con el uso del indicador biespectral (BIS) en diferentes países del mundo; En nuestro país tanto su uso en las salas de operaciones como, la investigaciones sobre este realizadas o reportadas hasta ahora son pocas.

Esta investigación nace por el interés de poseer una nueva herramienta que nos permita mejorar la calidad del acto anestésico brindado en sala de operaciones a todos los pacientes que sean sometidos a procedimientos quirúrgicos con anestesia general, esperando que el implemento de esta permita evaluar de una forma precisa y confiable, mediante una escala numérica la profundidad anestésica, y por ende evitar el despertar intraoperatorio, la sobredosificación y las complicaciones que esta conlleva.

Planteamiento del problema

Los mecanismos implicados en la pérdida de la conciencia y la memoria durante la anestesia general son complejos y pobremente comprendidos en la actualidad, no existe ninguna medida que determine con total seguridad el nivel de conciencia, por lo tanto un nivel adecuado de profundidad anestésica es una problemática que surge con el inicio de la anestesia, es por eso que el hombre ha venido implementando diferentes formas de evaluar dicha profundidad siendo el índice biespectral una de ellas y la más utilizada actualmente.

En el Hospital Carlos Roberto Huembes, este se viene implementando hace aproximadamente 1 año en un grupo de pacientes que son sometidos a anestesia general, como un instrumento de mayor precisión para evaluar la profundidad anestésica y mejorar la calidad y seguridad del acto anestésico.

A partir de la caracterización y limitación del problema ante expuesto, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es la eficacia en la evaluación de la profundidad anestésica con el índice biespectral en pacientes sometidos a cirugía electiva con anestesia general en el periodo de Junio 2015- Enero 2016 en el Hospital Carlos Roberto Huembes?

1. ¿Cuál es la incidencia del despertar transoperatorio con el índice biespectral y parámetros clínicos?
2. ¿Cuál fue el consumo de agentes anestésicos en el transoperatorio en ambos grupos en estudio?
3. ¿Comparar el uso de fármacos para la reversión del relajante muscular?
4. ¿Cómo se correlaciona los valores BIS con los parámetros clínicos?

Objetivos

Objetivo general

Analizar la eficacia de la profundidad anestésica guiada por BIS y parámetros clínicos, en pacientes sometidos a anestesia general electiva.

Objetivos específicos

1. Caracterizar la incidencia del despertar transoperatorio.
2. Correlacionar los valores BIS con los parámetros clínicos.
3. Comparar el consumo de agentes anestésicos en el transoperatorio en ambos grupos en estudio
4. Determinar la necesidad de reversión en ambos grupos en estudio

Marco teórico

El término anestesia fue utilizado por primera vez por Discorides en el siglo I A.C, describiendo el efecto narcótico de la Mandrágora; Etimológicamente la palabra anestesia significa sin dolor. La supresión del dolor es sin duda el objetivo principal, aunque no el único de la anestesia general. Podemos definir a la anestesia general como un estado transitorio, reversible, de depresión del sistema nervioso central (SNC) inducido por drogas específicas y caracterizadas por pérdida de la conciencia, de la sensibilidad, de la motilidad y de los reflejos. En este estado existe analgesia, amnesia, inhibición de los reflejos sensoriales y autónomos, relajación del musculo estriado y pérdida de la conciencia.^{7,9}

1. Etapas de la anestesia general

Las 4 etapas propuestas por Guedel sirven para cuantificar y registrar por escrito los signos clínicos de la anestesia, los cuales revelan la absorción del anestésico en regiones específicas del cerebro.

I Etapa de inducción o analgesia

Esta etapa comienza con la administración del anestésico general, termina cuando el paciente pierde la conciencia. En esta etapa existe analgesia y amnesia.^{3, 12}

II Etapa de excitación o delirio

Comienza con la pérdida de la conciencia y termina cuando comienza la respiración regular. En esta etapa hay pérdida de la conciencia y amnesia pero el paciente puede presentar excitación, delirios, forcejeos, la actividad refleja esta amplificadas, la respiración es irregular y pueden presentarse náuseas y vómitos. La descarga simpática aumentada puede provocar arritmias cardíacas³

III Etapa de anestesia quirúrgica

Comienza con la regularización de la respiración y termina con parálisis bulbar. En esta etapa se han descrito 4 planos diferentes para caracterizar mejor el nivel de profundidad

de depresión del SNC. En esta etapa se realizan la mayoría de las intervenciones quirúrgicas.³

IV Etapa de parálisis bulbar

La intensa depresión del centro respiratorio y vasomotor del bulbo ocasiona el cese completo de la respiración espontánea y colapso cardiovascular. Si no se toman medidas para disminuir drásticamente la dosis anestésica la muerte sobreviene rápidamente.

Para describir las etapas y los planos de la anestesia general Guedel se valió de las modificaciones que por efecto de las drogas anestésicas generales presentan los siguientes parámetros: características de la respiración, magnitud y cambios de la presión arterial y la frecuencia cardíaca, tamaño de la pupila, tono muscular, presencia o ausencia de determinados reflejos. Además utilizó como única droga anestésica, el éter dietílico que se caracteriza por tener un comienzo de acción lento por su elevada solubilidad en la sangre.³

2. Profundidad anestésica

La profundidad anestésica es el resultado entre el efecto depresor de los fármacos en el sistema nervioso central y el efecto de los estímulos nociceptivos responsable del daño real o potencial a las células, tienden a contrarrestar el efecto de los anestésicos y superficializar al paciente.^{3,7}

Jones y Konieczko categorizaron 4 niveles de profundidad anestésica e introdujeron el concepto de *percepción intraoperatoria* (del inglés awareness).¹³

2.1 Percepción Intraoperatoria o Anestesia Consciente: es una situación que se estima puede presentarse en 1 de cada 1000 pacientes, mientras están siendo operados con anestesia general, que de cierto modo resulta insuficiente para “dormir” totalmente al paciente que aunque paralizado, está consciente en el momento de la operación.¹¹

- ✓ Nivel 1. Percepción consciente sin amnesia
- ✓ Nivel 2. Percepción consciente con amnesia
- ✓ Nivel 3. Percepción subconsciente con amnesia
- ✓ Nivel 4. No percepción intraoperatoria

El primer nivel también llamado memoria explícita es el nivel más de detectar y corresponde a un estado en el que el paciente está despierto. El 2 y 3 representan niveles de conciencia en los que no hay recuerdos espontáneos, pero en los que el paciente puede responder a instrucciones que se le den durante la anestesia sea inmediata (nivel 2) o con posterioridad (nivel 3). En estos niveles aunque el paciente no recuerde los hechos de forma espontánea puede incidir en su comportamiento posterior (memoria implícita). Se han descrito algunos métodos para detectar los niveles 2 y 3 pero sus resultados son muy ambiguos y el valor clínico incierto por lo que únicamente quedan bien definidos los niveles 1 y 4 de esta escala. Cuando se produce una discrepancia entre el nivel de profundidad anestésica que tiene el paciente y el que interpreta el anestesiólogo se puede producir una sobredosificación de fármacos anestésicos y sus efectos secundarios o hasta complicaciones, o por lo contrario pacientes con un nivel muy superficial que perciben sensaciones durante la cirugía.^{9,11,15}

3. Medidas de prevención relacionadas con la monitorización

3.1 *La monitorización intraoperatoria*, debe asociar las diferentes modalidades a nuestro alcance, que incluirán:

3.1.1 La monitorización clínica:

Reflejos pupilares
Apertura de ojos
Movimientos
Respuesta a las llamadas y a órdenes verbales
Sudoración
Patrón respiratorio
Lagrimeo
Hipertensión
Taquicardia
Test del torniquete

Estos parámetros clínicos presentan evidentes limitaciones a la hora de cuantificar la profundidad hipnótica pero continúan siendo el primer escalón en la evaluación del paciente.¹⁵

3.1.2 Pérdida del reflejo palpebral y la ausencia de respuestas a la orden verbal

La pérdida del reflejo palpebral y la ausencia de respuestas a la orden verbal son dos de los signos más utilizados por los anestesiólogos para determinar si el paciente esta conciente durante la anestesia. Sin embargo no son signos muy precisos, la pérdida del reflejo palpebral ocurre al administrar cantidades pequeñas de anestésico durante la inducción, y no suele recuperarse mientras los niveles sanguíneos de los fármacos sean lo suficientes, como tampoco lo hace el reflejo corneal. Por lo que una vez realizada la inducción dejan de ser útiles ya que pueden estar influidas por el efecto de los fármacos hipnóticos. Las variaciones del tamaño de las pupilas son poco útiles ya que pueden estar influidas por el efecto de fármacos mórficos y anticolinérgicos. La respuesta a las órdenes verbales tampoco es del todo útil ya que con algunos fármacos el paciente escucha la orden verbal pero no puede contestar.¹⁰

3.1.3 Presión arterial, frecuencia cardiaca, lagrimeo y sudoración

Las respuestas neurovegetativas ante los estímulos nociceptivos es uno de los métodos más utilizados para evaluar la profundidad anestésica. El aumento en la presión arterial o frecuencia cardiaca, o la respuesta simpática en forma de sudoración y lagrimeo se suelen identificar con un nivel superficial anestésico. Por el contrario cuando se profundiza con propofol y halogenados presentan hipotensión. Factores como tono simpático, hipovolemia, edad y problemas cardiovasculares pueden modificar el balance entre el aumento de la respuesta autonómica debido a la estimulación quirúrgica y la depresión cardiovascular provocada por los fármacos. Además algunos anestésicos pueden producir una estimulación simpática “per se” que enmascare una anestesia demasiado profunda.^{9, 11}

3.2 La monitorización convencional estándar, internacionalmente acordada, que incluirá:

Electrocardiograma

Medida no invasiva de la tensión arterial

Pulsoximetría

Analizar gases espirados

Capnógrafo

Estimulador de nervios periféricos cuando se empleen relajantes musculares

Medición de la temperatura corporal

3.2.1 Gases espirados

Distintos autores han publicado la eficacia de concentraciones relativamente bajas de anestésicos volátiles en la prevención de despertar intraoperatorio, aunque la concentración mínima que garantice la ausencia de recuerdos intraoperatorios no pueda establecerse definitivamente, entre otras razones por el efecto aditivo del resto de fármacos utilizados (benzodiazepinas, propofol, opioides, etc.). Así, los casos de despertar intraoperatorio registrados durante técnicas de anestesia inhalatoria, parecen asociarse en general a errores en el chequeo de los vaporizadores (vaporizador vacío, fugas, etc.), o falta de monitorización de gases anestésicos. En el estudio de Bergman, en el 13% de los pacientes que presentaron despertar intraoperatorio la causa se relacionó con fallos en el suministro del óxido nítrico o de anestésico volátil por malfuncionamiento del equipo, la mayor parte de las veces por problemas relacionados con el vaporizador, destacando que en casi todos los casos las concentraciones inspiradas y espiradas del agente anestésico, no estaban monitorizadas.^{7, 13}

3. La monitorización de la función cerebral

Este es un punto especialmente controvertido. Para gran parte de los expertos, el uso rutinario de monitores “de profundidad hipnótica”, diseñados para evaluar el efecto de

los anestésicos sobre la actividad cerebral, solo parece justificado, al menos de momento, en enfermos de riesgo. Es cierto que aún presentan importantes limitaciones debidas a diferentes factores que distorsionan el registro de la actividad cerebral y por ende del nivel de profundidad anestésica cuantificado. Es de esperar que en un futuro a corto plazo, las casas comerciales mejoren sus respectivos modelos para solucionar estos problemas. Sin embargo, en general, las ventajas que proporcionan: buena correlación con la concentración de fármacos anestésicos, estimación indirecta del nivel de analgesia, facilidad de uso y sencillez en la interpretación, optimización del consumo de fármacos, recursos y tiempos quirúrgicos... evidencian que son superiores a los sistemas de detección “clásicos” y parecen suficientes para defender su uso en la práctica diaria. La escasez de estudios controlados que lo avalen sigue siendo el problema principal.

El 69% de los miembros de la A.S.A. (*American Society of Anesthesiologists*) consultados coinciden en la opinión de que el empleo racional de los monitores de la función cerebral disminuye la posibilidad de despertar intraoperatorio en pacientes de riesgo.^{7, 11, 13}

La “*American Society of Anesthesiologists*” (ASA) aprueba el documento “*Practice Advisory for Intraoperative Awareness and Brain Function Monitoring*” el día 25 de Octubre del 2005. Este documento es un hito en la historia de la anestesia al resaltar la importancia del despertar intraoperatorio y establecer las aplicaciones de los monitores cerebrales de medición de la profundidad anestésica en la práctica clínica diaria.^{9, 10}

4. Fundamentos de la monitorización electroencefalográfica en anestesia

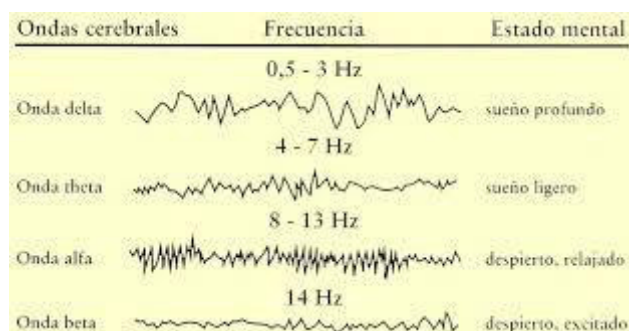
El electroencefalograma (EEG) es el registro de la actividad eléctrica de las neuronas piramidales del córtex. Esta actividad eléctrica atraviesa los tejidos hasta la piel y es recogida por los electrodos. Tras un proceso de filtrado para eliminar los artefactos y de amplificación, la señal se representa de forma gráfica en forma de ondas. En el EEG clásico, los electrodos se colocan en un orden preestablecido, según un sistema internacional denominado 10/20.

Las ondas del registro se caracterizan por su frecuencia (número de ondas por segundo o hertzios [Hz]), por su amplitud (altura de la onda medida en microvoltios [μ V]) y por su

fase (decalaje de inicio de cada tren de ondas respecto al punto de ángulo cero). Tradicionalmente, las ondas se clasifican atendiendo a su frecuencia (figura 1):(7,11,16)

- Ondas β (beta): 13-45 Hz: ondas de pequeño voltaje que aparecen con el paciente en estado vigil, con los ojos abiertos.
- Ondas α (alfa): 8-13 Hz: aparecen en pacientes despiertos con los ojos cerrados.
- Ondas θ (theta): 4-7 Hz: se presentan con en el paciente somnoliento o sedado.
- Ondas δ (delta): 0,5-4 Hz: sueño profundo (fisiológico o inducido por fármacos).

Figura 1.



Como podemos apreciar en la clasificación anterior, desde el punto de vista electroencefalográfico, el estado vigil se caracteriza por un registro en el que predominan ondas rápidas (de alta frecuencia) y de pequeño voltaje (ondas α y β). El paso a un estado de hipnosis profunda va transformando el EEG en ondas cada vez más lentas (menor frecuencia) y de mayor amplitud (mayor altura) (ondas θ y δ). La onda normal del EEG se caracteriza por tener una pequeña amplitud (20-200 μ V) y una frecuencia variable (0-50 Hz). (16)

Otro patrón típico relacionado con la hipnosis y la profundidad anestésica son los complejos “salva-supresión” o “ráfaga-supresión” (burst-suppression), que aparecen por disminución del metabolismo cerebral (por ejemplo, secundario a isquemia o a concentraciones altas de anestésicos). Se muestran como ráfagas de ondas de gran amplitud, seguidas de periodos de silencio eléctrico. Si profundizamos aún más la anestesia, podremos encontrarnos un registro isoeléctrico (EEG plano), que coincide con el que aparece con la hipotermia profunda o la muerte cerebral.

El valor del EEG “bruto” en la monitorización de la profundidad anestésica se ve afectado por la gran complejidad del registro, cuyo análisis precisaría mucho tiempo y un entrenamiento especializado. Para que los datos electroencefalográficos puedan ser

utilizados como herramientas en quirófano es preciso filtrarlos, computarizarlos y simplificarlos, de forma que se traduzcan en un valor digital o en una escala fácilmente interpretable. Para conseguir este objetivo, es necesario analizar matemáticamente las ondas del EEG, utilizando complicados algoritmos. De forma muy simplificada, definimos a continuación algunos de los análisis y valores más utilizados: ^{13,16}

a. Análisis en el dominio temporal

Valora los cambios que se van sucediendo de forma cronológica en el registro electroencefalográfico. Uno de los datos más utilizados de entre los derivados de este tipo de análisis es la tasa de supresión (burst suppression ratio), que calcula la relación entre los periodos con presencia de señal electroencefalográfica y los periodos en que aparece trazado isoelectrico debido al efecto farmacológico (complejos salva supresión). ^{13,16}

b. Análisis en el dominio de la frecuencia

Descompone los trenes de ondas en sus componentes más simples. Este tipo de análisis incluye:

- Análisis espectral: consiste en analizar pequeños fragmentos del EEG y descomponerlos en trenes de ondas con frecuencia y amplitud determinados. Basándose en estos datos se puede determinar: ¹⁶

- Potencia espectral: es el cuadrado de la amplitud de cada una de las frecuencias que componen el fragmento del EEG. Para este cálculo se utiliza la “transformación rápida de Fourier”, que convierte el trazado electroencefalográfico en un histograma de amplitudes en función de la frecuencia y permite una computación más eficiente de los datos. Este tipo de análisis tiene el inconveniente de no caracterizar de forma adecuada las situaciones en que se llega a un trazado isoelectrico (patrón ráfaga-supresión).

- Potencia delta relativa: describe el porcentaje de potencia del EEG en el rango de las frecuencias delta (0,5- 4 Hz) en relación con la potencia espectral de todas las frecuencias.

- Límite espectral 95% (LE95%): es el valor de la frecuencia por debajo de la cual está contenido el 95% del total de la potencia del espectro. ^{15,16}

- Análisis biespectral: analiza el grado de coherencia entre las fases de las ondas, incrementando la información sobre los cambios que aparecen en el EEG.

5. Monitores de profundidad anestésica

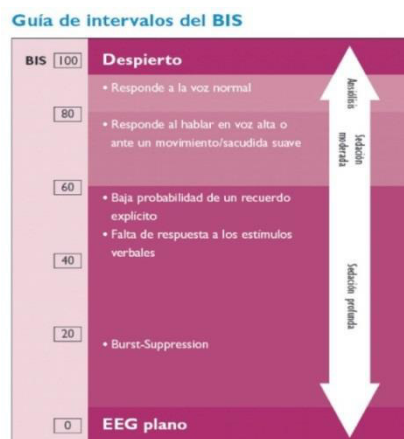
Los monitores de profundidad anestésica son aparatos que recogen la actividad eléctrica cerebral espontánea o evocada por estímulos. Actualmente se dispone de los siguientes monitores de uso clínico (7 dispositivos de monitorización cerebral).¹⁶

- ✓ BIS
- ✓ Entropía
- ✓ Narcotrend (Narcotrend® Monitor [Schiller])
- ✓ PSA (Patient State Analyzer [Hospira])
- ✓ SNAP Index (SNAP® II Monitor [Stryker])
- ✓ Cerebral State Index (Cerebral State Monitor® [Danmeter])
- ✓ Potenciales evocados auditivos

5.1 Índice Biespectral (BIS)

Es el índice biespectral, 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 y convierte un canal único del EEG frontal en un dígito (índice biespectral) con valores entre 0 y 100 (figura 2). Fue aprobado por la FDA en 1996 como ayuda para controlar los efectos de determinados agentes anestésicos. En 2003 dicho organismo especifica definitivamente que su utilización puede reducir el recuerdo.^{4,7}

Figura nº 2



5.1.1 Método de medición que usa:

Para el análisis matemático del BIS se emplean dos tipos de análisis del EEG, uno basado en el tiempo y otro en la frecuencia. Los subcomponentes del BIS se conocen, no así la forma en que se combinan para obtener su algoritmo. ¹⁷

5.1.2 Análisis en el dominio temporal

Valora los cambios que se producen en el EEG de forma cronológica. Pertenece a este análisis la tasa de supresión. ^{11,13}

- **Tasa de supresión (TS).**

Calcula la relación entre los períodos con presencia de señal en el EEG y los períodos en que aparece trazado isoelectrico en el último minuto (potencia no supera los $\pm 5 \mu\text{v}$). En casos de anestesia muy profunda se correlaciona con el BIS (BIS 0-30). El valor de la TS es 0 en individuos despiertos, sedados o con una anestesia quirúrgica adecuada. La aparición de tasa de supresión en estos casos puede constituir una señal de isquemia. ^{11,13}

5.2 Análisis en el dominio de la frecuencia (espectral y biespectral)

Descompone los trenes de ondas en sus componentes más simples; incluye el análisis espectral y biespectral. Consiste en analizar pequeños fragmentos del EEG y descomponerlos en trenes de ondas con frecuencia y amplitud determinados. Así, se puede distinguir: ^{11,14}

5.2.1 Análisis Espectral

Potencia espectral: una vez digitalizada la señal electroencefalográfica, se calcula el cuadrado de la amplitud de cada una de las frecuencias que componen el fragmento de EEG. Mediante la transformación rápida de Fourier se convierte el trazado de EEG en un histograma, y así se obtiene la potencia del EEG para cada frecuencia. Se ha utilizado para cuantificar el efecto cerebral de agentes anestésicos.

A partir de ahí podemos obtener por ejemplo el Límite espectral 95 (LE95%): es el valor de la frecuencia por debajo de la cual está contenido el 95% del total de la potencia del espectro. Guarda una buena correlación con agentes anestésicos. Por ejemplo, una fracción espirada de sevoflurane de 1,5 % se corresponde con un LE95

de 12,5 Hz mientras que en el paciente despierto puede situarse en torno a 26 Hz. De hecho, el LE95 se correlaciona bien con el BIS en niveles de anestesia quirúrgica y podría ser incluso un sustituto del BIS.¹³

Ratio beta: es el logaritmo del ratio de los componentes del EEG de alta frecuencia (30-47 Hz) respecto a frecuencias clásicas (11-20 Hz). El componente beta es el principal elemento del BIS en el paciente despierto (ej. BIS 96), así como en niveles superficiales de anestesia (BIS 60-100). Es, junto con la sincronización rápida-lenta (ver análisis espectral más adelante), uno de los dos subcomponentes más importantes del BIS, y ambos, en realidad, lo que indican es una estimación de la importancia de las ondas de alta frecuencia con respecto a la totalidad de ondas de la señal electroencefalográfica.^{13, 14}

5.2.2 Análisis Biespectral

Consiste en analizar el grado de coherencia entre las fases de las ondas (bicoherencia). De este análisis deriva la sincronización rápida-lenta.

Sincronización rápida-lenta: logaritmo del ratio del espectro de alta frecuencia (40-47 Hz) con respecto al componente total de frecuencias (0,5-47 Hz). Se da en planos moderados de sedación y en hipnosis quirúrgicas, siendo, junto con el beta ratio, el elemento más importante en la determinación clínica del valor BIS. En la tabla 5 se resume con ejemplos el análisis temporal y de la frecuencia del EEG.⁸

Estado	Dispositivo	Característica	Lectura
Despierto	EEG LE95% BIS	↑frecuencia ↓amplitud ≈ 20 Hz beta ratio alto	↑β α ↓θ,δ 25 Hz 97
Sedación	EEG LE95% BIS	ondas α ≥ 15 Hz beta ratio menor	↓β ↑α,θ,δ 18 Hz 77
Anestesia quirúrgica	EEG LE95% BIS	ondas δ ≤12 Hz sincronización rápida-lenta	Dominancia δ 11 Hz 44
Anestesia profunda	EEG LE95% BIS	Tasa de supresión < 2 Hz TS elevada	Períodos de silencio 2 Hz 10

Tabla 5. Diferentes estados hipnóticos y su correspondencia con la monitorización electroencefalográfica.

5.3 Intervalo aconsejado

Los valores del BIS oscilan entre 100 y 0, reflejando el estado despierto y la ausencia de actividad cerebral, respectivamente. Los valores de BIS entre 40 y 60 se consideran adecuados para la anestesia general durante la cirugía, mientras que los valores por debajo de 40 indican un estado hipnótico profundo. Por tanto, el mantenimiento de valores de BIS en ese intervalo durante la anestesia general previene el recuerdo intraoperatorio y permite una reducción de la administración de anestésicos generales.¹⁷

5.4 Utilidad

5.4.1 Despertar Intraoperatorio

Cuatro estudios prospectivos avalan la eficacia del BIS para prevenir el recuerdo intraoperatorio.

El primero de ellos demuestra una reducción del 77% de recuerdo intraoperatorio en el grupo BIS. El principal inconveniente de este estudio es su metodología, pues utiliza de

manera retrospectiva los controles, en un estudio realizado cuatro años antes. El motivo es la dificultad para disponer de una muestra de 41000 pacientes necesaria para demostrar una reducción del despertar intraoperatorio del 50%, teniendo en cuenta la incidencia de éste, en la población general, un 0,1%.

En 2004 se lleva a cabo el B-Aware, donde Myles y cols. estudian 2500 pacientes con alto riesgo de DIO (incidencia del 1% y no del 0,1%), tanto en inhalatoria como TIVA, y encuentran 2 casos de DIO en el grupo BIS frente a 11 en el grupo control ($p=0,022$). La anestesia guiada por BIS redujo el DIO en un 82%. Un dato a destacar es que en uno de los casos de DIO del grupo BIS, los valores de éste se situaron en 79-82 durante 5 minutos, mientras que en el otro caso se mantuvieron entre 55 y 59 durante 9 minutos. Por último, Avidan realizó dos estudios para determinar si el protocolo de la anestesia guiada por BIS era superior a un protocolo guiado por la concentración espiratoria de gas halogenado (ETAC) para prevenir el DIO. No se estudió la TIVA en esta revisión. El primer estudio de Avidan fue el B-Anaware Trial, con 2000 pacientes de la población general y 2 casos de DIO en cada grupo. El mismo grupo de investigadores repitió el estudio en población de alto riesgo de DIO, sin encontrar diferencias significativas entre ambos grupos (0,24% en el grupo BIS frente a un 0,07% en el grupo ETAC).^{10, 14}

5.5 Resultados a largo plazo: mortalidad

A partir de un estudio en 2005 se ha relacionado el tiempo de hipnosis profunda, definido como los minutos con BIS por debajo de 45, con la mortalidad postoperatoria hasta 1 año después de cirugía mayor, estableciéndose un riesgo relativo de 1,24. Este dato es de gran importancia, toda vez que la mayoría de anesestesiólogos han utilizado una mayor profundidad anestésica para evitar el DIO o incluso como herramienta para un mejor control de la tensión arterial intraoperatoria.

Precisamente los estudios referidos anteriormente empleados en analizar el recuerdo intraoperatorio, han servido como base de datos para estudios retrospectivos que analizan la influencia de la profundidad anestésica en la mortalidad postoperatoria. De hecho, el mantenimiento del BIS por debajo de 40 más de 5 minutos se ha relacionado con una mayor mortalidad; no obstante, esto constituye más una asociación que una relación de causalidad. Recientemente se ha sugerido que los pacientes de alto riesgo con más morbilidad asociada pueden tener una sensibilidad incrementada a los agentes

anestésicos y que un valor bajo del BIS puede ser un marcador de morbimortalidad más que un factor causa.^{14, 17}

5.6 Pacientes susceptibles según la ASA

En el año 2006 la ASA publicó unas recomendaciones sobre la monitorización del despertar intraoperatorio y la función cerebral intraoperatoria. Así, se acuerda que se debería monitorizar la actividad eléctrica cerebral en pacientes con factores de riesgo de DIO, en aquellos con bajos requerimientos de anestésicos generales, en la cirugía traumatológica, cirugía cardíaca, cesáreas y en la anestesia total intravenosa.¹⁰

5.7 Limitaciones del BIS

5.7.1 N₂O

El N₂O tiene una acción cortical débil, ya que su efecto lo ejerce principalmente activando la vía inhibitoria descendente noradrenérgica en el tronco cerebral y la médula espinal. Este efecto, no detectable por el BIS, explica cómo el protóxido, utilizado tanto como agente único como en combinación de un agente anestésico iv, puede producir pérdida de la consciencia sin cambio significativo en el BIS. Así mismo, han sido descritos disminuciones paradójicas en el BIS varios minutos tras la retirada del protóxido (Fenómeno electroencefalográfico de retirada-supresión del N₂O) con aparición de tasa de supresión y ondas δ y θ .¹⁴

5.7.2 Ketamina

La utilización de ketamina durante la anestesia con propofol o sevoflurano produce un aumento de la profundidad anestésica que, paradójicamente, se acompaña de un aumento significativo del BIS. El efecto hipnótico de la ketamina se caracteriza por un mecanismo disociativo que, en el EEG, provoca un aumento de las ondas β con una menor actividad δ . Este efecto no puede ser ignorado, puesto que puede conducir a una sobredosificación de anestésicos generales.¹²

5.7.3 Halotano

El algoritmo del BIS no fue validado originalmente para el halotano, y puede no reflejar el efecto hipnótico de la anestesia. Así, dosis equipotentes de halotano, isoflurano y sevoflurano, se caracterizan por un valor del BIS significativamente mayor para el

primero. Esto ha de tenerse en cuenta para evitar una posible sobredosificación por halotano.¹⁴

5.7.4 Opiáceos

La dosis de opiáceos requeridas para la analgesia perioperatoria no produce alteraciones del BIS, puesto que no actúan a nivel cortical, y es necesario quintuplicar la dosis habitual para detectar una depresión del EEG. Sin embargo, potencian el efecto de pérdida de consciencia del propofol en régimen de TCI, sin que este efecto potenciador se refleje en el BIS, lo que podría llevar a sobredosificación de propofol.^{13, 14}

5.8 Dispositivos médicos

Artefactos electromecánicos del tipo de marcapasos, electrocauterio, calentadores de aire sobre la cabeza, etc, pueden producir falsos incrementos del BIS y conducir a una sobredosificación anestésica.¹⁴

4.9 Condiciones clínicas.

El valor del BIS durante la anestesia viene condicionado por la reducción del metabolismo cerebral secundario a la administración de anestésicos generales. Pero ciertas circunstancias clínicas graves que provocan una reducción importante del metabolismo cerebral también inducirán una disminución del BIS, independientemente de la profundidad anestésica, como puede ser la parada cardíaca, la hipoglucemia, la hipotermia o la isquemia cerebral.

Por otro lado, una crisis comicial perioperatoria puede asociarse a valores incrementados del BIS, sin que ello conlleve un DIO.

Existe una variedad genética de EEG de bajo voltaje (< 20 mV). Es una variante normal presente en el 5-10% de la población general y no indica disfunción cerebral, pero que se acompaña de valores de BIS bajos en pacientes despiertos. Por ese motivo es esencial confirmar un valor de BIS normal previo a la administración de la anestesia general. Pero el EEG de bajo voltaje no sólo es genético, sino que puede aparecer inducido por fármacos, como en el caso de la fase de eliminación de remifentanilo o de gases anestésicos como el sevoflurano, donde puede aparecer temporalmente un EEG de bajo voltaje que puede malinterpretarse como tasa de supresión. En estos casos, la obtención

de un BIS normal previo a la inducción anestésica no descarta la aparición de un EEG de bajo voltaje inducido por fármacos.^{14,17}

5.10 Material

- Monitor con módulo medición BIS ó monitor BIS independiente.
- Cable BIS.
- Sensor BIS Quatro (Fig.1).
- Guantes de látex.
- Gasas.
- Alcohol.
- Gel conductor (opcional).

5.11 Procedimiento

La monitorización BIS se realiza cuando se indica, generalmente en pacientes que van a ser sometidos a anestesia general y a sedación moderada o profunda.

- Lavado de manos.
- Colocación guantes.
- Preparación material.
- Información al paciente en caso de que esté consciente.
- Encender monitor.
- Limpiar con una gasa seca la zona frontal del paciente, con el fin de facilitar la adherencia del sensor.
- Limpiar la frente con una gasa impregnada en alcohol.

En caso de que la frente del paciente presente restos de sustancias grasas, o líquidos orgánicos.

- Extraer el Sensor “BIS CUATRO” de su envase (no extraerlo hasta el momento de su colocación para evitar que se seque la gelatina de los electrodos) y colocarlo en la frente del enfermo siguiendo las instrucciones reflejadas en el envoltorio del sensor.
- Colocar sensor BIS cuatro en la frente del paciente en ángulo.
 - Electrodo 1: en línea media frontal, 5 cm por encima de la raíz de la nariz.
 - Electrodo 2 (toma de tierra): correlativo al electrodo 1.

- Electrodo 4: en la zona externa del arco superciliar, por encima/junto a la terminación de la ceja.
- Electrodo 3: zona temporal derecha o izquierda entre el ángulo externo del ojo y la raíz del cabello. ¹⁹

Hipótesis

El uso del índice biespectral podría tener una mayor eficacia para la monitorización de la profundidad anestésica que la valoración clínica.

Material y métodos

Diseño metodológico.

Tipo de estudio: Es un estudio descriptivo prospectivo correlacional analítico longitudinal.

Área de estudio: servicio de anestesiología, sala de operaciones, quirófano número 2, del Hospital Carlos Roberto Huembes ubicado en la ciudad de Managua frente al parque las Piedrecitas.

Período de estudio: Junio 2015 – Enero 2016.

Universo de estudio: Todos los pacientes que acudieron a sala de operaciones del HCRH.

Población de estudio: Todos los pacientes que acudieron a sala de operaciones del HCRH y que se les administro anestesia general electiva en el período de estudio.

Muestra: Por conveniencia. Tamaño de la muestra obedece a todos pacientes que acudieron en dicho periodo de estudio y cumplieron con los criterios de inclusión.

Criterios de inclusión:

- Pacientes ASA I-II.
- Edad entre 18-60.
- Programados para colecistectomía laparoscópica electiva con anestesia general.
- Pacientes que aceptaron ingresar al estudio.

Criterios de exclusión

- Pacientes ASA III-IV.
- Pacientes epilépticos.
- Pacientes que no aceptaron ingresar al estudio.

Fuente de información: fue primaria y secundaria tanto de interrogatorio al paciente, observación y revisión del expediente clínico.

Procedimiento.

Una vez seleccionados los pacientes que cumplieron los requisitos del estudio, se realizaron las siguientes actividades:

Se dividieron los pacientes en:

Grupo n°1 a los que se monitorizo profundidad anestésica con índice bispectral y parámetros clínicos.

Grupo n°2 los que solo se monitorizo profundidad anestésica solo con parámetros clínicos.

1. En sala de recuperación, se explicó y pidió consentimiento por escrito al paciente para la participación en este estudio y se llenaron los datos generales los cuales fueron plasmados en la ficha de recolección de datos.
2. En quirófano previo a premedicación se monitorizo al paciente (Fc, Fr, EKG, PA, Saturación de o₂ y BIS se correspondía al grupo n° 1).
3. Se premedico con midazolam 0,05mg/Kg iv y metoclopramida 10mg iv.
4. Al minuto de haber suministrado los fármacos antes mencionados se tomó nuevamente PA, y valoro resto de parámetros clínicos.
5. Inducción en los dos grupos: posterior a la premedicación y preoxigenación de 3 minutos, se inició fentanilo 4mcg/Kg a los 2 minutos se tomaron y registraron parámetros clínicos y se administra propofol 2.5mg/Kg, al minuto de este se registran parámetros clínicos y se inicia dosis de relajante muscular atracurio 0,4 mg/Kg pasado 1 minuto se realizó intubación y se verifico su adecuada realización, abriéndose sevoflurano 2.5 CAM.
6. El mantenimiento anestésico se hizo con fentanilo 1mcg/Kg según parámetros clínicos y BIS los cuales son: PAD \geq 100 mmgh, aumento del 20% de la Fc sobre la basal y Bis mayor a 60; y 5mg de atracurio en caso de que el paciente iniciara ventilación espontanea.
7. En los casos donde hubo necesidad de reversión del relajante muscular se usó atropina 0.01 mg/kg y neostigmina 0.04 mg/kg separadas, se esperó aumento de la frecuencia cardiaca en un 20% sobre la basal y se procedió a administrar neostigmina.

8. Se registraron los episodios de anestesia insuficiente observados según el método de monitorización, los consumos de otros fármacos, uso de antihipertensivos y vasoconstrictores.

Análisis de datos

El análisis de los datos se realizó a través del programa estadístico SPSS versión 19 en el cual se ingresaron todas las variables del estudio. La distribución proporcional de los casos se presenta de forma comparativa en escala porcentual. Los datos obtenidos expuestos en forma de tablas y gráficos de acuerdo con la operacionalización de las variables estudiadas.

Nº	Variable	Definición operacional	Unidad de medida	Objetivo específico
1	Diagnostico	Procedimiento ordenado, sistemático, para conocer, para establecer de manera clara una circunstancia, a partir de observaciones y datos concretos.		
2	Procedimiento quirúrgico	Método de ejecución o pasos a seguir, en forma secuenciada y sistemática, en la consecución de un fin QUIRURGICO.		
3	Edad	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	18-60 años	
4	Sexo	Proceso de combinación y mezcla de rasgos genéticos a menudo dando por resultado la especialización de organismos en variedades femenina y masculina(conocidas como sexos).	Masculino Femenino	
6	ASA	Clasificación para estimar el riesgo que plantea la anestesia para los distintos estados del paciente)	I Paciente sano, salvo por el motivo de la cirugía II Enfermedad sistémica leve o moderada sin limitaciones funcionales	

			<p>III Enfermedad sistémica grave con limitación funcional</p> <p>IV Enfermedad sistémica grave que constituye una amenaza constante para la vida del paciente</p> <p>V Paciente moribundo que no se espera que sobreviva > 24 h sin intervención quirúrgica</p> <p>VI Donante de órganos</p> <p>E Riesgo aumentado</p> <p>Sufijo que indica cirugía urgente (Emergency) para cualquiera de las categorías anteriores</p>	
7	Mallampati	Es usada para predecir la facilidad de intubación. Se determina analizando la anatomía de la cavidad oral; específicamente, está basada en la visibilidad de la base de la úvula, istmo de las fauces (los arcos delante y detrás de las amígdalas) y el paladar blando.	<ul style="list-style-type: none"> • Clase 1: total visibilidad de las amígdalas, úvula y paladar blando • Clase 2: visibilidad del paladar duro y blando, porción superior de las amígdalas 	•

			<p>y úvula</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clase 3: son visibles el paladar duro y blando y la base de la úvula • Clase 4: sólo es visible el paladar duro 	
8	<p>Premedicación Midazolam</p>	<p>Medicación suministrada antes de un procedimiento importante o con anestesia, que provoca un estado de somnolencia e indiferencia en el paciente (sedación).</p>	0.02mg/Kg	
9	<p>Inducción Fentanilo Atracurio Propofol Sevoflurano</p>	<p>Etapa que comienza con la administración del anestésico general y termina con la pérdida de la conciencia</p>	<p>4mcg/kg 0.4mg/kg 2.5 mg/kg CAM</p>	
10	<p>Parámetros hemodinámicos PA Fc Fr Capnografía</p>	<p>La presión arterial es la fuerza o presión que lleva la sangre a todas las partes del cuerpo</p> <p>La frecuencia cardíaca es el número de contracciones del corazón o pulsaciones por unidad de tiempo. Su medida se realiza en unas condiciones determinadas (reposo o actividad) y se expresa en latidos por minutos.</p> <p>La capnografía es la medida del dióxido de carbono (CO₂) en la vía aérea de un paciente durante su ciclo respiratorio, es decir, la medición de la presión parcial de CO₂ en el aire espirado.</p>	<p>120/80mmhg</p> <p>60-100 lat/min</p> <p>12-20 resp/min</p> <p>35-40</p>	N° 2

	<p>SatO2</p> <p>CAM</p> <p>CAM inspiratorio</p> <p>CAM espiratorio</p> <p>Lagrimo</p> <p>Sudoración</p>	<p>Expresa la cantidad oxígeno que se combina, en el sentido químico, con la hemoglobina para formar la oxihemoglobina, que es quien transporta el oxígeno en sangre hacia los tejidos.</p> <p>Concentración alveolar de un anestésico en forma de gas o vapor, medido a presión atmosférica normal, que suprime la respuesta motora en el 50% de individuos sometidos a estímulo doloroso (incisión quirúrgica).</p> <p>Fracción inspirada de un gas anestésico</p> <p>Fracción espirada de un gas anestésico</p> <p>Signo de disminución de la profundidad anestésica</p> <p>Perdida de excesiva de líquidos por la piel</p>	<p>95-100%</p> <p>CAM 2</p>	
11	<p>Signos clínicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Abolición palpebral ➤ Ausencia de la respuesta a la orden verbal ➤ Tamaño de la pupila ➤ Movimientos 			
	BIS	<p>Es el índice biespectral, 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.</p>	<p>100-80: Despierto. Respuesta a estímulos verbales</p> <p>80-60: Despierto. Sedación. Respuesta a estímulos de poca intensidad</p> <p>60-40: Profundidad</p>	Nº 2,3

			<p>anestésica ideal para evitar despertar transoperatorio 20-40: Plano anestésico profundo. 0-20: Supresión de actividad eléctrica 0: EEG plano. Plano anestésico en extremo profundo</p>	
12	<p>Mantenimiento Fentanilo Sevoflurano</p>	<p>Dosis suministradas en el transoperatorio para mantener al paciente en plano quirúrgico</p>	<p>1mcg/kg 2.5 CAM</p>	Nº3
13	<p>Reversión del relajante muscular Neostigmina Atropina</p>	<p>Antagonistas utilizados para revertir los efectos del relajante muscular</p>	<p>0.04mg/kg 0.01mg/Kg</p>	Nº4
14	<p>Incidencia del despertar transoperatorio Recuerdo</p>		<p>Si No</p>	Nº1

Resultados

Los resultados que a continuación se describen fueron recolectados durante el periodo de estudio (Junio 2015 a Enero 2016), en que se desarrolló este trabajo investigativo, se obtuvo una población de 40 pacientes que equivale a 100%, que corresponde al número de pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión de dicho estudio, los cuales ingresaron a sala de operaciones para ser sometidos a colecistectomía laparoscópica electiva.

Con respecto a la frecuencia y porcentaje de la incidencia del despertar transoperatorio obtuvimos una frecuencia de 40 pacientes que no presentaron DIO, lo que corresponde a un 100%, de los cuales el 50% (20 pacientes) corresponde a los monitorizados con índice bispectral, asociado a un valor Bis mínimo de 15 y máximo 62.

BIS				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
15	1	.2	.3	.3
17	1	.2	.3	.6
19	3	.5	.8	1.4
21	2	.3	.6	1.9
22	2	.3	.6	2.5
23	5	.8	1.4	3.9
24	6	.9	1.7	5.5
25	1	.2	.3	5.8
26	8	1.2	2.2	8.0
Válidos 27	7	1.1	1.9	9.9
28	9	1.4	2.5	12.4
29	9	1.4	2.5	14.9
30	8	1.2	2.2	17.1
31	9	1.4	2.5	19.6
32	13	2.0	3.6	23.1
33	8	1.2	2.2	25.3
34	11	1.7	3.0	28.4
35	10	1.5	2.8	31.1
36	8	1.2	2.2	33.3

37	5	.8	1.4	34.7
38	5	.8	1.4	36.1
39	13	2.0	3.6	39.7
40	13	2.0	3.6	43.3
41	8	1.2	2.2	45.5
42	14	2.1	3.9	49.3
43	15	2.3	4.1	53.4
44	11	1.7	3.0	56.5
45	15	2.3	4.1	60.6
46	21	3.2	5.8	66.4
47	11	1.7	3.0	69.4
48	8	1.2	2.2	71.6
49	5	.8	1.4	73.0
50	7	1.1	1.9	74.9
51	11	1.7	3.0	78.0
52	7	1.1	1.9	79.9
53	15	2.3	4.1	84.0
54	2	.3	.6	84.6
55	1	.2	.3	84.8
56	5	.8	1.4	86.2
57	1	.2	.3	86.5
58	3	.5	.8	87.3
59	1	.2	.3	87.6
60	5	.8	1.4	89.0
61	4	.6	1.1	90.1
62	2	.3	.6	90.6
63	2	.3	.6	91.2
67	1	.2	.3	91.5
70	2	.3	.6	92.0
72	4	.6	1.1	93.1
73	3	.5	.8	93.9
74	3	.5	.8	94.8
75	2	.3	.6	95.3
76	2	.3	.6	95.9
77	1	.2	.3	96.1
78	4	.6	1.1	97.2
81	2	.3	.6	97.8
83	3	.5	.8	98.6

	84	1	.2	.3	98.9
	87	1	.2	.3	99.2
	88	1	.2	.3	99.4
	89	1	.2	.3	99.7
	91	1	.2	.3	100.0
	Total	363	55.2	100.0	
Perdidos	Sistema	295	44.8		
Total		658	100.0		

La tabla muestra la frecuencia del valor Bis (porcentaje, porcentaje valido y acumulado)

Al correlacionar el Bis con los parámetros clínicos observamos que en 12 pacientes de los 20 del grupo monitorizado con índice bispectral, equivalente al 60% presentaron modificaciones en la presión arterial que oscilan entre un 15-20% sobre la basal, asociado en 6 de los casos (50%) ha aumento de la frecuencia cardiaca que oscilan entre 10-15%, con valores Bis mínimo 30 y máximo 48; el otro 50% no presento modificaciones paralelas con la PA ; no se reportaron cambios sobre la saturación en ninguno de los casos en estudio .

Correlaciones

		BIS	Presión Sistólica	Presión Diastólica	Frecuencia cardiaca	Saturación
BIS	Correlación de Pearson	1	.237**	.082	.329**	-.037
	Sig. (bilateral)		.000	.128	.000	.486
	N	347	347	347	341	347
Presión Sistólica	Correlación de Pearson	.237**	1	.807**	.436**	-.030
	Sig. (bilateral)	.000		.000	.000	.576
	N	347	347	347	341	347
Presión Diastólica	Correlación de Pearson	.082	.807**	1	.364**	-.072
	Sig. (bilateral)	.128	.000		.000	.181
	N	347	347	347	341	347
Frecuencia cardiaca	Correlación de Pearson	.329**	.436**	.364**	1	-.005
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000		.921
	N	341	341	341	341	341
Saturación	Correlación de Pearson	-.037	-.030	-.072	-.005	1
	Sig. (bilateral)	.486	.576	.181	.921	
	N	347	347	347	341	347

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Prueba de hipótesis de correlación

Correlación de Pearson mide el grado de asociación lineal entre dos variables, tomando valores de entre -1 y 1 valores del coeficiente de Pearson (r) próximo a 1, indicaron una fuerte asociación lineal positiva; en cambio valores de “r” próximo a -1 indicaran una fuerte asociación lineal negativo y valores de “r” próximo a 0 indicaran no asociación.

Al comparar el consumo de agentes anestésicos en el transoperatorio en ambos grupos; Se registraron episodios de anestesia insuficiente observados según el método de monitorización, en el grupo n° 1 de los 20 pacientes 13(65%), necesito aplicación de dosis de fentanilo, contra el grupo n°2 que de forma homogénea presento la misma frecuencia y porcentaje de pacientes que necesitaron el fármaco; al valorar el uso de dosis de relajante muscular se registra mayor cantidad de administración de este en los pacientes del grupo n° 2, con una frecuencia 10 que corresponde a un 50% contra 7 del grupo n° 1 que equivale a 35% (Ver gráfico n°2).

Entre los fármacos no anestésicos utilizados tenemos antihipertensivo (hidralazina), que presento una mayor incidencia en los pacientes del grupo n° 2 con un 25% que corresponde a 5 pacientes, de estos solo en uno de los casos hubo necesidad de una segunda dosis del fármaco; en el grupo n° 1 solo 2 pacientes es decir el 10% requirió la necesidad de aplicar dosis del antihipertensivo (Ver gráfico n° 2 y 3). Se utilizó atropina para contrarrestar bradicardia en una frecuencia y porcentaje igual en ambos grupos siendo este de 1 paciente que corresponde a 5%. Se observó diferencia significativa en el uso de vasoconstrictor (efedrina), al encontrar que esta solo fue necesaria en los pacientes del grupo n°2, aunque en una frecuencia y porcentaje relativamente bajo 2 pacientes que corresponde a 10%.

Se encontró una mayor incidencia de reversión del relajante muscular en aquellos pacientes que solo fueron monitorizados con parámetros clínicos con una frecuencia de 8 pacientes (40%), en comparación a 5 pacientes (25%) en los que se monitorizo con el índice biespectral y parámetros clínicos (Ver gráfico n°4).

Discusión

En los pacientes con monitorización Bis, como en los que no fueron monitorizados con Bis no se observó despertar intraoperatorio, esta similitud entre ambos grupos se puede explicar, ya que la incidencia de DIO aumenta hasta en 1% en pacientes de riesgo (ej: cirugías cardíacas, politraumatizados, parturientas con cesárea bajo anestesia general); Errando CL, realizó un estudio prospectivo observacional evaluando 4001 pacientes en el 2008, donde concluye además de lo antes mencionado que la edad y las cirugías practicadas por la noche son factores de riesgo de despertar intraoperatorio con recuerdo; Davisont y col en un estudio prospectivo en 864 niños comunica una incidencia de despertar intraoperatorio de 0,8%, en el estudio ninguno de los pacientes presentaba dichos factores de riesgo lo que nos sugiere por que en ambos grupos la incidencia del despertar intraoperatorio fue la misma. Se ha demostrado su beneficio en la disminución del despertar intraoperatorio con valores por debajo de 60, un valor inferior a 55 puede reducirlo aún más; en este estudio se demostró que con un valor de 62 siendo este el más alto reportado, el paciente no presentó DIO, teniendo en cuenta que la incidencia de despertar intraoperatorio puede variar según el tipo de población estudiada y la metodología usada.

Se ha relacionado hipnosis profunda con valores Bis por debajo de 45, este dato es de gran importancia como herramienta para un mejor control de la presión arterial intraoperatoria y resto de parámetros clínicos. A pesar de lo antes mencionado en este estudio se registraron aumentos de la presión arterial y frecuencia cardíaca de aproximadamente un 20% sobre la basal, en pacientes con valores Bis entre 46-30 sin patología hipertensiva crónica o controlados, sin embargo durante la anestesia pueden producirse grandes variaciones hemodinámicas no necesariamente relacionadas con el nivel de hipnosis, estos parámetros son muy influenciados por fármacos de uso habitual en el periodo intraoperatorio (anticolinérgicos, relajante muscular etc.), lo que podría restarles validez. La anestesia controlada por BIS nos permite interpretar la respuesta

del SNC a los agentes anestésicos de forma independiente al sistema cardiovascular, facilitando el diagnóstico y la toma de decisiones que permitan restaurar la homeostasis. Sin embargo la mayoría de los aumentos de la presión arterial en estos casos cedieron con el uso de antihipertensivo (hidralazina), donde no estaba asociado con un aumento paralelo de la frecuencia cardiaca o, opioides (fentanilo), tomando en cuenta el tiempo transcurrido desde la inducción del fármaco y la frecuencia cardiaca, notando una disminución en los valores Bis, que no está asociada con los parámetros clínicos.

El BIS entre 40 y 60 evita la sobredosificación de anestésicos, al indicarnos que el paciente se encuentra en un plano anestésico profundo, y por ende disminuye el consumo de agentes anestésicos, en el estudio se compara el consumo entre un grupo con índice biespectral y el otro sin este, se observó igual número de pacientes a los cuales se tuvo que administrar fentanilo; no obstante se administra mayor dosis de fármaco a los pacientes del grupo sin Bis; un estudio prospectivo longitudinal observacional y comparativo realizado en la Unidad de Quirófano y salas de recuperación del Instituto Gastroenterológico Boliviano-Japonés en el 2008 concluye menor dosificación en pacientes monitorizados con Bis contra aquellos monitorizados con parámetros clínicos, lo que reducirá la incidencia de náuseas y vómitos y mortalidad transoperatoria. Se registró mayor cantidad de dosis de relajante muscular en el grupo sin Bis. (Ver gráfico n°2,3).

Se observa una menor incidencia de uso de reversión de relajante muscular en pacientes con monitorización con índice biespectral, que mantuvieron un valor Bis mayor de 70 en los últimos 15 minutos de anestesia, lo que favorece a despertar más rápido y seguro; sin embargo debemos considerar otros factores asociados como el tiempo en que se indica la última dosis de relajante muscular y el cierre oportuno del sevoflurano, no obstante la fluctuación de los valores Bis a lo largo de la cirugía nos pueden indicar el momento oportuno para las dosificaciones y el fármaco de elección en cirugías casi por terminar; Proporcionándonos de esta forma mayor control del momento en que deseamos despertar al paciente y disminuyendo los tiempos de recuperación anestésicos dentro el quirófano.

Conclusiones

1. Igual incidencia de DIO en pacientes con monitorización Bis y aquellos que solo fueron monitorizados con parámetros clínicos
2. No siempre valores Bis se correlacionan con parámetros clínicos, debemos de tomar en cuenta diferentes factores como: interferencia, farmacodinamia, patologías agregadas, correcta colocación del sensor, etc.
3. Disminución en el consumo de agentes anestésicos en pacientes monitorizados con Bis.
4. Menor necesidad de reversión de relajante muscular en pacientes con Bis.

Recomendaciones

1. Se recomienda la utilización del monitor BIS durante la anestesia para disminuir el riesgo de despertar intraoperatorio en la población quirúrgica general pero de forma estricta en pacientes con mayor riesgo de DIO.
2. Determinar el estado de hipnosis basándose en la valoración de múltiples parámetros, que incluyen signos físicos, monitorización convencional y monitores de profundidad anestésica.
3. Se recomienda la monitorización BIS, asociada a la valoración clínica y a la monitorización tradicional, para evitar la sobredosificación de fármacos anestésicos y reducir el consumo de anestésicos.
4. Conocer las **limitaciones del BIS y sus posibles interacciones** (interferencias, actividad EMG, patología neurológica, fármacos).

Bibliografías

1. Toledo Narbona, Cristina. Enfermería en la monitorización del Índice Biespectral Bis. *Enfermería Docente* 2010; 92: 10-13.
2. Torales P. Anestésicos generales bloqueadores neuromusculares y anestésicos locales, pag 148-150.
3. Higuera –Medina, Luis. ¿Es recomendable el uso del índice biespectral en todo paciente bajo anestesia? *Abril-Junio 2010 Vol. 33. Supl.* pp S64-S66.
4. *Rodrigo A. Tardio Flores1, Jacquie Sejas Clavijo1, Virginia Castellón Sejas1, Carmen Bustamante1, Anell Orozco Cadima. Utilidad del Índice Biespectral en la Monitorización de la Conciencia durante la Anestesia General Rev Cient Cienc Med* 2010;13(2): 69-72
5. Avidan MS, Zhang L, Burnside BA, Finkel KJ, Searleman AC, Selvidge JA et al. Anesthesia awareness and the bispectral index. *N Engl J Med.* 2008; 358 (11): 1097-108.
6. Kelley SD. *Monitoring consciousness. Using the Bispectral Index™ during anesthesia.* 2nd ed. Aspect Medical Systems, Inc; 2007.
7. Punjasawadwong Y, Boonjeungmonkol N, Phongchiewboon A. Bispectral index for improving anaesthetic delivery and postoperative recovery. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007, Issue 4. Art. No.: CD003843. DOI: 10.1002/14651858.CD003843.pub2.
8. American Society of Anesthesiology Task Force on Intraoperative Awareness. Practice advisory for intraoperative awareness and brain function monitoring: a report by the American Society of Anesthesiology Task Force on Intraoperative Awareness. *Anesthesiology* 2006; 104 (4): 847-64.

9. Bowdle, TA. Depth of anesthesia monitoring. *Anesthesiology Clin.* 2006; 24 (4): 793-822
10. Grupo de Trabajo de la Sociedad Madrid Centro de Anestesiología y Reanimación. *Despertar intraoperatorio.* Madrid: Ergon; 2006.
11. Johansen JW. Update on bispectral index monitoring. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2006; 20
12. Ekman A, Lindholm ML, Lennmarken C, Sandin R. Reduction in the incidence of awareness using BIS monitoring. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2004; 48 (1): 206.
13. Cortinez LI, et al. Monitorización de la profundidad anestésica: métodos electroencefalográficos. *Sociedad de anestesiología de Chile* 2004;33.
14. 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;110:816-22. Epub 2009 Nov 12.
15. Lamas A, López-Herce J. Monitoring sedation in the critically ill child. *Anaesthesia* 2010:17
16. Bijker JB, Kalkman CJ. The role of intraoperative blood pressure in the association between low bispectral index values and mortality within two years after surgery. *Anesth Analg.* 2010;110:639.
17. Bhardwaj N, Yaddanapudi S. A randomized trial of propofol consumption and recovery profile with BIS-guided anesthesia compared to standard practice in children. *Paediatr Anaesth* 2010;20:160-7. Chamorro C, Martínez-Melgar JL, Barrientos R; Grupo de Trabajo de Analgesia y Sedación de la SEMICYUC. Monitorización de la sedación. *Med Intensiva.* 2008; 32 Spec No. 1: 45-52

ANEXOS

Hoja de Monitoreo.

1. Datos generales

Nombre del paciente:

No de expediente _____

Edad _____

Sexo _____

ASA _____

Mallampati _____

Grupo _____

Diagnostico _____

2. Monitoreo hemodinámico antes de la pre medicación

P/A _____ FC _____ FR _____ SatO2 _____ Bis _____

3. Premedicación

Midazolam _____

Metoclopramida _____

Monitoreo hemodinámico al minuto de la premedicación.

P/A _____ FC _____ FR _____ SaTO2 _____ BIS _____

4. Inducción (Dosis)

Fentanilo _____

Atracurio _____

Propofol _____

Farmacos	Hora	P/A	Fc	Bis	Saturación
Fentanilo					
Propofol					
Atracurio					

5. Intubación

Signos Clínicos

Abolición palpebral _____

Ausencia de la respuesta a la orden verbal _____

Tamaño de la pupila _____

Movimientos _____

P/A _____

FC _____

FR _____

SatO2 _____

Bis _____

Lagrimo _____

Sudoración _____

Corcoveo _____

6. Se registrara cada 5 minutos los parámetros clínicos, Bis y fármacos.

Fármacos/dosis	Hora	P/A	Fc	Saturación	Bis

7. Reversión del relajante muscular

Si _____ No _____

Dosis

Neostigmina _____

Atropina _____

8. Despartar transoperatorio

Si _____ No _____

Recuerdo _____

Grafico n°1. Incidencia del despertar transoperatorio

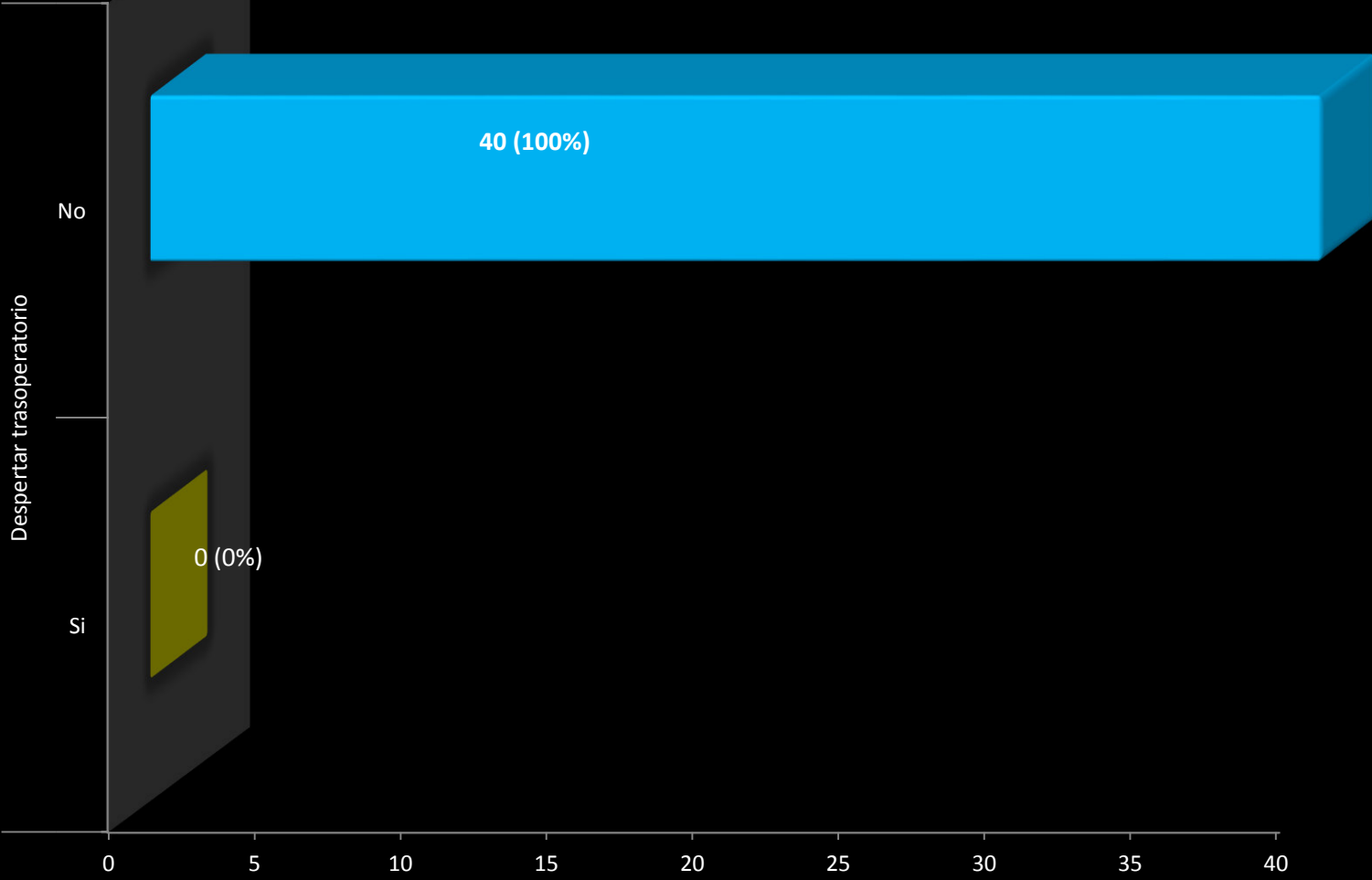


Grafico N° 2. Frecuencia del consumo de agentes anestésicos

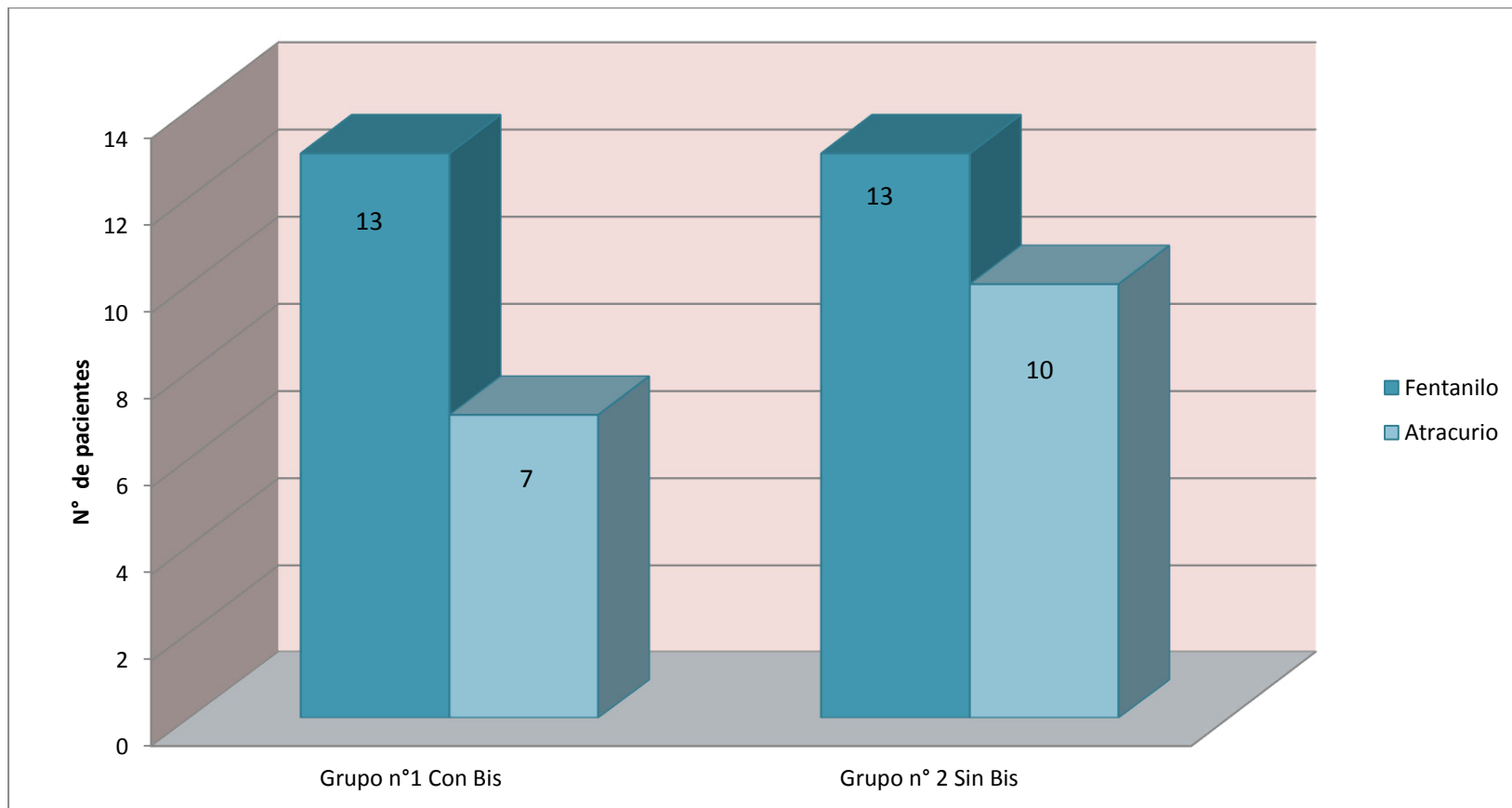


Grafico n° 3 Consumo de agentes anestésicos en el transoperatorio

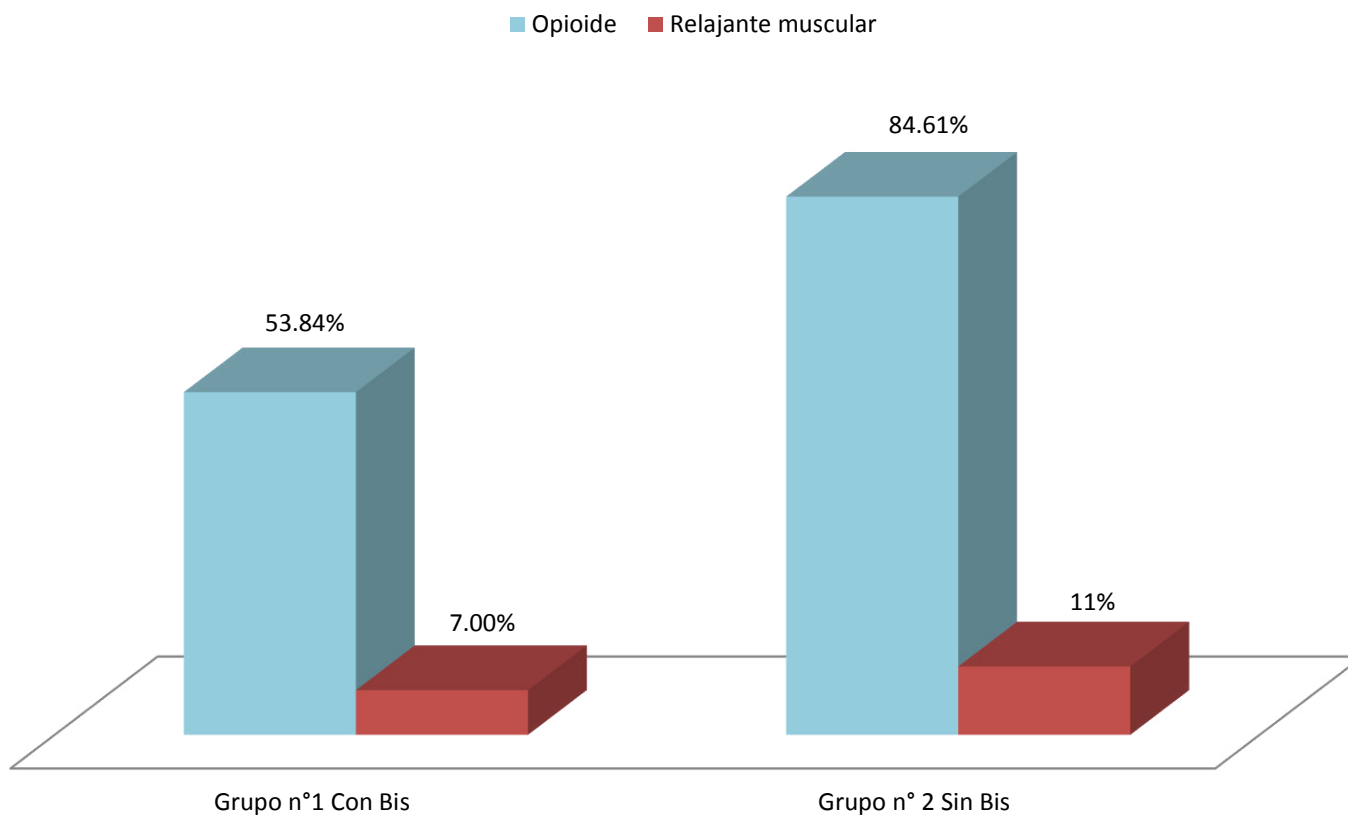


Gráfico nº4. Reversion del relajante muscular

