

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

HOSPITAL ESPAÑOL DE MEXICO

SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE

ANESTESIOLOGO

IMPORTANCIA CLINICA ACTUAL DEL INDICE
BIESPECTRAL

PRESENTA

DRA. NALLIELI ADALUZ LAMBERTINEZ JUAREZ

ASESOR

DR JOSE LUIS REYES CEDEÑO

MEXICO DF

AGOSTO 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

FIRMAS DE VALIDACION DE DOCUMENTO

DR. MANUEL ALVAREZ NAVARRO

JEFE DE ENSEÑANZA

HOSPITAL ESPAÑOL DE MEXICO

DR. JOAQUIN OTHON SANCHEZ SANCHEZ

JEFE DE SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA

HOSPITAL ESPAÑOL DE MEXICO

DR. JOSE LUIS REYES CEDEÑO.

ASESOR DE TESIS

MEDICO ADSCRITO SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA

HOPITAL ESPAÑOL DE MÉXICO

DRA. NALLIELI ADALUZ LAMBERTINEZ JUAREZ

AUTOR

MEDICO RESIDENTE ANESTESIOLOGIA

HOSPITAL ESPAÑOL DE MEXICO

INDICE

1. INTRODUCCION.....	3
2. MARCO TEORICO	
2.1 Historia del Monitoreo Neurológico Intraoperatorio	4
2.2 Inicios del Bis como monitoreo en quirófano.....	5
2.3 Bases Neurofisiológicas del Índice biespectral.....	8
2.4 Definición, Funcionamiento, Cifras y su significado clínico.....	9
2.5 Usos en Quirófano	13
2.6 Despertar intraoperatorio	17
2.7 Usos en Adultos y en Pediatría.....	19
2.8 BIS y Anestesia General Balanceada y Endovenosa	20
2.9 Bis en Sedación.....	22
2.10 Bis y su relación con Opioides e Inhalados.....	23
2.11 Factores relacionados con la medición errónea del Bis	24
2.12 Uso BIS en la Sala de Recuperación.....	25
3. JUSTIFICACION.....	26
4. DESARROLLO DEL TEMA	
4.1 Uso Clínico del BIS en quirófano, su Interpretación y Correlación Bis en quirófano y Conducta Anestesiológica.....	27
5. RESULTADOS.....	33
6. CONCLUSIONES.....	37
7. ANEXOS	
7.1 Encuesta.....	39
8. BIBLIOGRAFIA.....	40

1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad la anestesiología se guía de la medición y observación de signos somáticos y autónomos del sujeto anestesiado tales como la pérdida del reflejo palpebral, el tamaño de la pupila, ausencia de respuesta al estímulo verbal, movimientos de extremidades y alteraciones hemodinámicas, para cumplir con los objetivos de un procedimiento anestésico, que consiste en llevar a nuestro paciente a un estado de inconsciencia o hipnosis, al bloqueo de la respuesta motoras somáticas y la supresión de las respuestas neurovegetativas a los estímulos nocivos, sin embargo estos signos no son del todo fiables para determinar el estado de consciencia en el que se encuentran nuestros pacientes.

El uso de dichos parámetros clínicos para calcular la dosis de los fármacos anestésicos puede subestimar o exceder en el uso de las dosis, provocando efectos adversos debidos a una profundidad o ligereza anestésica.

La conciencia intraoperatoria y el recuerdo de eventos ocurridos bajo los efectos anestésicos representan un tema de interés actual debido a las consecuencias desagradables y de difícil cuantificación que deja en la esfera psíquica del paciente y las implicaciones legales que esto genera, por lo que la evaluación del grado de hipnosis de los pacientes durante el acto quirúrgico ha tomado gran importancia dentro de la practica anestesiológica actual.

2. MARCO TEORICO

2.1 Historia del monitoreo neurológico intraoperatorio.

El uso de la palabra anestesia se remonta al siglo IA.C., al describir el efecto de la Mandrágora, posteriormente existen registros en 1846 Oliver Wndell definió la nueva "intervención" que hacía posible el acto quirúrgico. Havia 1847 Plamley describe 3 estadios de la profundidad anestésica: intoxicación, excitación y niveles profundos de narcosis. En 1847 Snow describe 4 estadios de narcosis con éter.

En 1937 Guedel clasificó una serie de signos clínicos que aparecen en la anestesia por éter, los cuales consisten en cambios en el tono de la musculatura somática, patrones respiratorios y modificaciones oculares.

Los reportes de memoria de eventos bajo anestesia general datan de 1845 cuando Horacio Wells en el Hospital general de Massachusetts fracasó en demostrar las propiedades anestésicas del óxido nitroso; en 1942 se introdujeron los relajantes musculares por Griffith y Johsonde donde se observó que se eliminaron datos clínicos que valoraban la profundidad anestésica como la frecuencia y el volumen respiratorio, dando lugar únicamente a observar el tamaño pupilar y lagrimeo observando descripciones de pacientes que se habían mantenido despiertos durante el acto quirúrgico.

En 1960 Cecyl Gray publica su artículo más importante estableciendo el concepto de profundidad anestésica en el cual elimina los conceptos establecidos por Guedel, proponiendo una triada que consistía en narcosis, depresión de los reflejos y relajación.

En 1987 Prys- Robert reporta conceptos que apoyan a la profundidad anestésica diciendo que la anestesia es un estado consecuente con una inconsciencia inducida por fármacos en la cual el paciente no percibe ni recuerda un estímulo nocivo, suprimiendo los grados y profundidades variables de la anestesia. En el mismo año Vickers describió dos grados inadecuados de anestesia: la "memoria consciente o explícita " que corresponde a la retención de la memoria de algún hecho acontecido durante la anestesia la cual no necesita un estímulo desencadenante y el segundo se refiere a la información retenida que no acompaña a un recuerdo consciente, afectando la respuesta ante un estímulo auditivo, esto es "memoria inconsciente o implícita"

Actualmente disponemos de métodos de monitoreo que pueden clasificarse en:

Los dirigidos a detectar en “despertar consciente” de forma directa como por medio de los signos clínicos y el registro PRST (presión arterial, frecuencia cardíaca, sudoración y lagrimeo) y la técnica del antebrazo aislado de Tunstall, en el cual el paciente responde a órdenes verbales de movilizar un brazo aislado de ser paralizado por la colocación de un torniquete; Y los métodos dirigidos a detectar de manera indirecta los niveles de conciencia por bioensayo de profundidad anestésica que corresponden a respuesta autonómica y motora, electroencefalograma, potenciales evocados auditivos corticales, tono del esfínter esofágico inferior. Han surgido en los últimos años, monitores que ayudan a evaluar la profundidad anestésica que recogen la actividad eléctrica cerebral y convierten esta señal en índices reconocibles, la información que recoge puede obtenerse de la actividad eléctrica cortical espontánea, actividad evocada por estímulos y en algunas casos actividad electromiográfica de los músculos de la calota; se ha buscado un monitor que muestre buena correlación entre el valor medio obtenido y la respuesta fisiológica durante la intervención, independientemente del tipo de anestesia administrada y tener poca variabilidad interpersonal.

2.2 Inicios del índice biespectral como monitoreo en quirófano.

En los últimos años la evaluación del estado del paciente durante la anestesia general ha tenido grandes cambios, desde la valoración de signos clínicos como la frecuencia cardíaca, el pulso, la coloración en tamaño pupilar, hasta tecnología avanzada que ha permitido el estado del paciente en sus diferentes sistemas, cardiovascular, respiratorio y neuromuscular. A pesar de estos avances, la determinación directa del agente de los anestésicos a nivel de sistema nervioso había permanecido en el aire. Siempre ha existido registro de pacientes con recuerdos transoperatorios por lo que se ha ido tomando más importancia en este aspecto; En 2004 la Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations emitió una alerta para que se tomaran medidas para reducir la incidencia de despertar intraoperatorio, como con el uso de monitores que midieran la profundidad anestésica. En 2006 la American Society of Anesthesiologists publicó una guía en donde se establece la importancia del uso de monitores cerebrales.

El primer dispositivo utilizado fue desarrollado por Aspect Medical Systems llamado Índice biespectral (BIS) en Massachusetts el cual ha sido aprobado por la FDA en Norteamérica. Este

dispositivo convierte un canal del electroencefalograma frontal en un dígito con valores del "0" al "100" por medio de un algoritmo, aún desconocido que considera variables en el dominio temporal como periodos de supresión y casi supresión y el dominio de la frecuencia como el potencial espectral y análisis biespectral en un análisis derivado de 1500 anestésicos.

Por otro lado en la actualidad se cuenta con otro monitor llamado Entropía el cual describe la irregularidad, complejidad o predictibilidad de la señal en el electroencefalograma, el algoritmo de este sistema ya es conocido a diferencia del BIS, para obtener los valores de las fórmulas originales que varían de 0 a 1; para facilitar la lectura de estos valores se ha transformado la escala en números enteros del 0 al 100, por medio de los cuales se calcula entropía de estado y de respuesta. La entropía es una innovadora modalidad de monitorización diseñada para proporcionar información sobre el SNC durante las anestésicos generales pues se basa en la adquisición y procesamiento de señales basadas en el electroencefalograma y la electromiografía frontal, se ha observado que los patrones electroencefálicos y miográficos frontales se hacen más regulares a medida que se profundiza la anestesia, por lo que los valores elevados de la entropía indican elevada irregularidad de la señal que indica que el paciente está despierto, cuando la señal se hace más regular se obtiene valores bajos que se pueden asociar a una baja probabilidad de conciencia. Existen 2 parámetros para la entropía, de respuesta (RE) y de estado (SE) el primero un parámetro de reacción rápida que varía entre 0 y 100 y frecuencias entre 0.8 y 47 Hz, esta es sensible a la activación de los músculos faciales, su tiempo de respuesta es menor a 2 segundos; la electromiografía frontal esta activada durante la vigilia pero puede activarse en la cirugía, la activación de esta ante estímulos dolorosos se puede interpretar como inadecuación de los analgésicos; la actividad de los músculos faciales registrada como un aumento súbito de la entropía de respuesta también indica un despertar del paciente. La segunda, entropía de estado, sus valores pueden variar entre 0 y 91 corresponden a la señal con frecuencias entre 0.8 y 32 Hz, reflejando la actividad cortical, esta valor siempre es menor o igual al de RE; la estimación del efecto hipnótico de los anestésicos generales en el cerebro se basa en los valores de entropía de estado, esta no se afecta por la actividad muscular ya que solo se basa en la señal del electroencefalograma, por lo que los bloqueadores neuromusculares a dosis apropiadas no afectan este valor.

La coincidencia de ambos valores indica que no existe contracción fronto-orbitaria y se consideran valores adecuados para anestesia general entre 40 y 60 similar a lo que encontramos en el BIS.

Otro dispositivo se llama Narcotrend el cual se desarrollo a partir de clasificación de patrones de sueño; Fourier realizó una transformación en la escala y la exclusión de artefactos, se clasifica como señal A, despierto, B, sedado, C, anestesia ligera, D, anestesia general, E, anestesia general con hipnosis profunda y F, mayor profundidad con presencia de patrones de ráfaga supresión. Y aparte de esta escala, la versión 4.0 muestra una escala numérica del 0 al 100 para proporcionar similitudes ante el BIS con un nivel de anestesia D0-2 que corresponde con valores del BIS entre 40 y 60.

PSA o patient state analyzer genera una escala adimensional del 0 al 100 llamada PSI por sus siglas de patient status Index con 0 presentando un trazo isoeléctrico, este índice es derivado del análisis de un EEG de 4 canales. El algoritmo que lo calcula se basa en un análisis multivariante de variables electroencefalográficas derivadas de 3 bases de datos y se obtiene un índice con escala entre 0 y 100 también similar al BIS en el que la anestesia adecuada se sitúa entre 25 y 50.

El SNAP II Index este se basa en el índice espectral ; cerebral State Index analiza un canal del electroencefalograma y presenta un índice del 0 al 100, aún desconocido su algoritmo se sabe que basa en el análisis espectral de la actividad del EEG con frecuencias de 0-18 Hz y 80 a 420 Hz y en la tasa de supresión.

Finalmente tenemos la medición de los potenciales evocados los cuales no representan la actividad electroencefalográfica espontánea, si no que deben estudiar las respuestas eléctricas cerebrales inducidas por estímulos sonoros que son transmitidos por auriculares, teniendo en cuenta que la respuesta del tronco encefálico al estímulo es relativamente sensible al efecto anestésico.

Los avances más recientes combinan en el A-Line Autoregressive Index las características del análisis del electroencefalograma y potenciales evocados auditivos con un rango de 0 a 100; aquellos acostumbrados al BIS deben tener en cuenta que no tiene el mismo significado dicha escala. En este novedoso monitor el valor mayor a 50 es un estado de despierto y la anestesia quirúrgica está entre 15 y 25 y en el BIS entre 45 y 60.

2.3 Bases neurofisiológicas del BIS

Como ya he mencionado existen diferentes métodos para conocer la profundidad anestésica:

1. Signos clínicos
2. Experiencia clínica
3. Determinación de la contractilidad del esfínter esofágico inferior
4. Electromiografía frontal
5. Valoración de la arritmia respiratoria sinusal
6. Electroencefalograma: trazado convencional, trazado procesado, límite de frecuencia espectral 90%-95%, índice bispectral (BIS)
7. Potenciales evocados auditivos.

El electroencefalograma es el registro de la actividad eléctrica de las neuronas piramidales del cortex, esta actividad 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 presenta en forma grafica de donde surgen las ondas que mencionaremos adelante.

Actualmente están adquiriendo una gran importancia en nuestro medio el sistema BIS que traduce la actividad electroencefalográfica en una escala numérica que va desde el 0 (EEG isoelectrico) hasta el 100 (paciente totalmente despierto). Este dígito se determina aplicando un complejo sistema de análisis que integra frecuencia, amplitud, y fase de las ondas del EEG, permitiendo además valorar la coherencia entre trenes de ondas (biocoherencia) a través de las posibles interacciones entre las diferentes ondas sinusoidales. Integrando también dentro del análisis los periodos del EEG con ausencia de actividad eléctrica (salvas de supresión).

La frecuencia de las ondas en el electroencefalograma, corresponde a la rapidez de las ondas, y se valora por el numero de ondas en un segundo, se mide en Hertzios, por ejemplo, las ondas delta son más lentas con un ritmo de 1 – 3 ondas cada segundo; theta 4 a 7 ondas por segundo; alfa 8 a 12 ondas por segundo y beta más de 12 ondas por segundo. Así se habla de frecuencias lentas con delta y theta, frecuencia alfa y rápidas con las beta. También debemos conocer el tamaño que corresponde a la amplitud de las ondas que se mide en micro voltios que oscila entre 500 mcV hasta 1 mV. También debemos tener en cuenta que es diferente el trazo despierto o dormido,

durante el sueño predominan las ondas lentas de mayor amplitud y aparecen ondas llamadas vertex, los complejos o los husos de sueño. Durante la vigilia la actividad se explora estando relajados y con ojos cerrados, se registra un ritmo de frecuencia alfa en el área occipital, que desaparecen al abrir los ojos o concentrarse. En el resto de áreas cerebrales se ven ondas de baja amplitud de varias frecuencias.

La actividad del electroencefalográfica varía en función de la edad, en el recién nacido el cerebro es inmaduro y la actividad cerebral es desorganizada, en la infancia se produce un modelamiento progresivo del cerebro siendo un poco mas organizado y en el envejecimiento se produce también modificaciones eléctricas. Debemos saber que en el registro se observan artefactos que se deben a movimientos musculares, oculares, respiración, pulso, electrodos, resistencia de la piel y sudor. Actualmente el índice biespectral es el resultado del procesamiento de información por ordenadores que permiten analizarla matemáticamente.

2.4 Definición, funcionamiento, cifras y su significado clínico:

El índice biespectral, es un parámetro de EEG procesado validado y con amplia utilidad clínica demostrada. Se obtiene utilizando una combinación de medidas provenientes del procesamiento de la señal del EEG que incluyen análisis biespectral, el cual es una metodología de procesamiento de señales que evalúa las relaciones entre los componentes de las señales y captura la sincronización en señales como el EEG.

Desde su introducción el 1996 ha experimentado una evolución notable, tanto en lo que se refiere a la tecnología que disminuye las interferencias, como en las posibilidades de personalizar la pantalla. Es un sistema diseñado para controlar el estado hipnótico del cerebro partiendo de la obtención y el procesamiento de las señales del EEG. A través de este sistema las señales brutas del EEG se transforman en un solo número, denominado Índice Biespectral o BIS, que tiene relación con el nivel de hipnosis del paciente.

Los parámetros que podemos obtener con la monitorización BIS VISTA son:

- El valor del BIS actual.
- Los gráficos de la tendencia de los parámetros del EEG.
- La onda del EEG en tiempo real.
- Diferentes indicadores de la calidad de la señal (EMG, ICS).
- Un indicador de alarma y mensajes.

El sistema realiza autocomprobaciones para garantizar que el monitor y sus componentes funcionan correctamente y que los niveles de impedancia de los sensores del paciente se encuentran en unos límites aceptables. Los menús, fáciles de usar, permiten al usuario modificar la representación de datos y revisar la información guardada.

El algoritmo del BIS se desarrolló para combinar las características del EEG que tenían una alta correlación con la sedación/hipnosis de los EEG en más de 5.000 adultos. Este instrumento de monitoreo nos ayuda a conocer mejor los efectos directos y específicos en cada paciente, lo que nos permite observar las constantes vitales habituales mientras mide los efectos cerebrales para evaluar el estado del paciente con mayor fiabilidad y decidir el mejor tratamiento a seguir. Las cuatro características clave del EEG que caracterizaban el espectro completo de cambios inducidos por anestésicos eran el grado de activación de alta frecuencia (entre 14 y 30 Hz), la cantidad de sincronización de baja frecuencia, la presencia de períodos de EEG casi suprimido y la presencia de períodos de supresión total (isoeléctricos) en el EEG. El algoritmo permite la combinación óptima de estas características del electroencefalograma para proporcionar un parámetro procesado que sea fiable del efecto anestésico y sedante conocido como "Índice BIS".

Para conseguir este objetivo es necesario analizar matemáticamente las onda EEG usando los algoritmos desarrollados, de donde se obtuvieron los siguientes análisis y valores utilizados

El análisis en el dominio de frecuencia que incluye, el análisis biespectral analiza el grado de coherencia entre las fases de las ondas, incrementando la información sobre los cambios que aparecen en el EEG; El análisis espectral de potencia 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). Y el análisis del dominio temporal, el cual, valora los cambios que suceden cronológicamente en el registro, uno de los datos 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.

Estas medidas se combinan mediante un algoritmo para optimizar la correlación entre el EEG y los efectos clínicos de la anestesia, y se cuantifican mediante la escala del Índice BIS. El cual es un valor único calculado a partir de datos recopilados en los últimos 15 a 30 segundos de registro y actualizados cada segundo y atenúan las fluctuaciones excesivas de los valores obtenidos.

En cuanto al funcionamiento, la información procesada se obtiene a través de un sensor colocado en la frente del paciente eliminando los artefactos posibles que puedan darnos interferencia como tener limpio el sitio de colocación, para que se pueda procesar la información electroencefalográfica y obtener el Índice BIS que es un número entre 0 y 100 ajustado en relación con importantes criterios de valoración clínicos y estados del EEG durante la administración de agentes anestésicos. El tamaño de los sensores son para adulto de 27.9 x 2.8 cm y pediátrico de 25.4 x 2.5 cm con electrodos Ag-AgCl impresos en un sustrato de poliéster con reverso adhesivo de espuma, sin látex.

Los valores BIS cercanos a 100 representan un estado clínico "despierto" mientras que el valor 0 denota el máximo efecto posible en el EEG, Cuando los valores BIS disminuyen por debajo de 70, la función de memoria se reduce significativamente y la probabilidad de recuerdo explícito desciende de forma considerable. Durante la sedación, se pueden observar valores BIS >70 en niveles de sedación aparentemente adecuados. Existen ensayos clínicos prospectivos que han demostrado que el mantenimiento de los valores BIS en el rango entre 45 y 60 garantiza el efecto hipnótico correcto durante la fase de anestesia general equilibrada a la vez que mejora el proceso de recuperación. Igualmente, en dos grandes ensayos prospectivos, el mantenimiento de valores BIS inferiores a 60 fue la estrategia clínica asociada con la reducción de la incidencia del despertar intraoperatorio. Los valores del Índice BIS inferiores a 40 indican un mayor efecto del anestésico en el trazo electroencefalográfico. Con valores BIS muy bajos, el grado de supresión del EEG es el

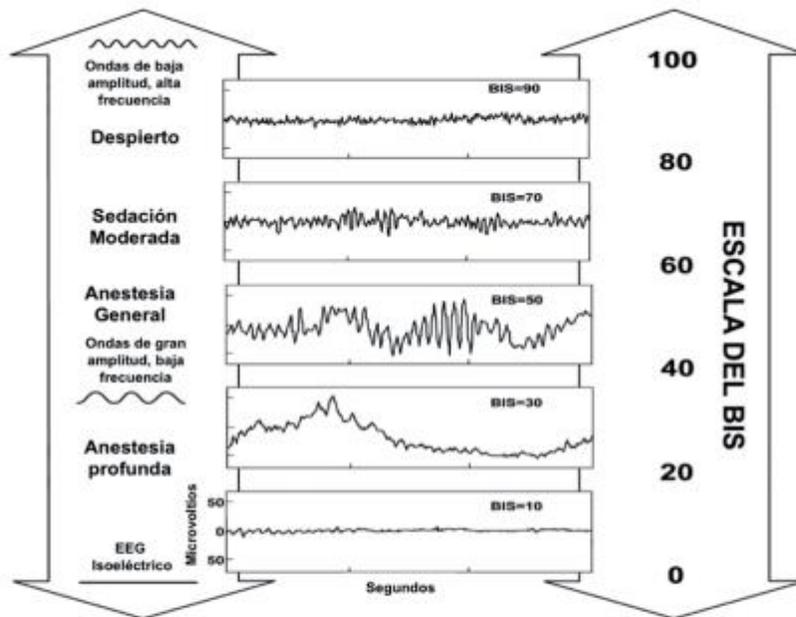
principal determinante del valor BIS. Un valor BIS de 0 se produce con la detección de una señal de EEG isoelectrica.

Los valores del Índice BIS pueden reflejar la tasa metabólica cerebral reducida que producen la mayoría de los agentes hipnóticos. Se observó una correlación significativa entre los valores del Índice BIS y la reducción de la actividad metabólica cerebral completa por el aumento del efecto anestésico mediante tomografía de emisión de positrones. Sin embargo, es importante destacar que también se pueden producir cambios en el Índice BIS por factores distintos de la administración de fármacos que pueden influir en el metabolismo cerebral.

Debe tenerse en cuenta que la escala del índice BIS representa un proceso que está correlacionado con el estado clínico y las respuestas previstas. Por lo que encontramos que:

100 DESPIERTO	Responde a la voz normal	paciente consciente
80 SEDACION LEVE O MODERADA	Puede responder a preguntas en voz alta, pinchazos o sacudidas suaves.	Sedación ligera-moderada
60 ANESTESIA GENERAL	Baja probabilidad de recuerdo explícito Falta de respuesta a los estímulos verbales	Límite conciencia/inconsciencia Estado hipnótico moderado
40 ESTADO HIPNOTICO PROFUNDO	Plan anestésico profundo	Estado hipnótico profundo
20 TASA DE SUPRESIÓN	Supresión de la actividad eléctrica	Excesiva profundidad anestésica (sobredosificación)
0 ELECTROENCEFALOGRAMA PLANO	Plano anestésico en extremo profundo	Silencio cortical

Aquí muestro un grafico para mayor explicación y entendimiento de la relación entre la morfología de las ondas cerebrales, los valores numéricos que arrojan y el significado de estas.



Escala del Índice BIS. Representación gráfica del Índice BIS (valor numérico de 0 a 100) y la señal subyacente del EEG. Los valores del BIS de 0 representan un EEG isoelectrico, mientras que los valores de 100 representan un sistema nervioso central "despierto". El valor BIS se correlaciona con diferentes niveles de profundidad anestésica. [Reproducido con autorización de Aspect Medical Systems.]

2.5 Usos en quirófano

El índice biespectral permite controlar los objetivos de la anestesia como la hipnosis, analgesia e inmovilidad ya que puede contribuir a diferenciar entre las respuestas del cerebro y la médula espinal, al medir la actividad eléctrica cerebral proporciona una correlación directa con el nivel de hipnosis, las respuestas a la estimulación quirúrgica indican con frecuencia la necesidad de analgesia adicional, podemos evaluar el nivel de consciencia y sedación independientemente de la reactividad cardiovascular.

Para esto debemos tomar en cuenta que existen situaciones fisiológicas que se suscitan en el transquirúrgico, así como los efectos cerebrales causados por los agentes anestésicos usados comúnmente, hechos que modifican las ondas cerebrales y pueden alterar la interpretación del

índice biespectral pero al mismo tiempo, al conocer estas situaciones podemos orientar nuestro criterio para el manejo de los pacientes durante el proceso quirúrgico, por lo que tenemos que algunas modificaciones que podemos encontrar y causar son:

La hipotermia inferior a 35° que produce un enlentecimiento progresivo de la actividad cortical y por tanto un enlentecimiento del EEG, esto es, un predominio de la actividad eléctrica de bajas frecuencias y disminución de la amplitud en el espectro electroencefalográfico. Se trata de una situación común en la anestesia para ciertas especialidades quirúrgicas como la cirugía cardiovascular o la neurocirugía. En situaciones de hipotermia severa aparecen salvos-supresión.

La hipoxemia con una PaO₂ menor de 50-60 mmHg, que puede producir inicialmente una activación del EEG, seguido por un posterior enlentecimiento hasta llegar al silencio eléctrico a medida que cae la oxigenación.

La hipoglucemia que produce una disminución del ritmo alfa, que puede conducir a una actividad epileptógena.

La hipocalcemia que puede producir crisis epilépticas.

La hiponatremia que en situaciones severas conduce a un enlentecimiento del EEG.

La edad que se observa un predominio de frecuencias bajas en neonatos y niños. En la madurez existe un predominio de ondas alfa y beta. En los pacientes de edad avanzada aparece una disminución de estas ondas con una disminución global de la amplitud y del voltaje.

La hipovolemia que conduce a un enlentecimiento del EEG y en casos graves a la aparición de salvos-supresión.

La hipocapnia que produce alcalosis respiratoria y conduce a un enlentecimiento del EEG como consecuencia de la isquemia cerebral por vasoconstricción que pueden afectar al trazado EEG que se manifestará en forma de aumento de amplitud y enlentecimiento de los trenes de ondas. La hipocapnia ligera produce aceleración en las ondas, es decir, predominio de los trenes de ondas de frecuencia alta.

La hipercapnia que tiene inicialmente el efecto contrario y produce una activación del EEG (aumento de la actividad alfa); si se mantiene la hipercapnia se produce un enlentecimiento.

En cuanto a los fármacos, la inducción anestésica produce una fase excitatoria con un aumento en el número de ondas beta (rápidas) y a medida en aumenta la profundidad anestésica, las frecuencias de electroencefalograma disminuyen con un predominio de actividad delta y theta; a mayor profundidad anestésica producen la presencia de salvas de supresión eléctrica y hasta silencio eléctrico. Los fármacos anestésicos por otra parte también producen unos cambios característicos en el trazado del EEG, según el tipo de fármaco administrado:

Tanto los agentes anestésicos inhalatorios como los intravenosos alteran el trazado del EEG. La administración intravenosa de diazepam produce un incremento rápido en la actividad de las bandas θ y β , predominando los cambios en la banda β de forma más prolongada. Este patrón es similar para otras benzodiazepinas aunque con variaciones en el curso temporal de los mismos.

El tiopental produce, a dosis de inducción, un incremento de actividad en las ondas de frecuencia alta seguido de una tendencia a la aparición de segmentos de isoelectricidad (patrón de salvas-supresión) que correspondería al momento de máxima depresión del funcionalismo del córtex cerebral. El caso del propofol es también similar al del tiopental. El etomidato tiene un patrón de cambios que podría asemejar el del tiopental pero sin la presencia de activación de las ondas de frecuencia alta como la banda β . Produce inicialmente activación en las frecuencias lentas, θ y δ , y progresivamente de forma dosis dependiente aparecen también segmentos de isoelectricidad (patrón de salvas-supresión) y finalmente, predominio de ondas de frecuencia lenta y amplitud elevada. La ketamina hace desaparecer la actividad α y disminuye de forma global la frecuencia y amplitud de los trenes de ondas. Seguidamente aumenta la actividad en la banda θ que va seguida de la aparición intercalada con tendencia al predominio de actividad en las ondas δ (18).

El halotano, produce un incremento de la actividad en las frecuencias β con pérdida de la actividad en las frecuencias α . Seguidamente, de forma progresiva, se inicia una activación de la frecuencia δ , es decir, predominio de las ondas de baja frecuencia con gran amplitud (16). El isoflurano produce cambios similares.

Los agentes opiáceos agonistas μ puros, como fentanilo, alfentanilo y remifentanilo disponibles en nuestro país, producen un enlentecimiento progresivo del trazado EEG. A medida que aumenta la concentración de opiáceo, tiende a disminuir la actividad en las ondas de frecuencia elevada. Paralelamente van apareciendo trenes de ondas de frecuencia baja y amplitud elevada tendiendo al predominio final de la actividad en la banda δ de frecuencia. Los cambios que

produce el sufentanilo son similares a los descritos. Otros opiáceos como la meperidina producen disminución de la actividad en la banda β , con tendencia al predominio de ondas δ . En la tabla 1.4 se resumen los principales cambios que inducen los anestésicos en el trazado no procesado del EEG.

El estímulo quirúrgico produce una activación del EEG, por ello se requieren concentraciones más elevadas del agente anestésico para conseguir una actividad cortical disminuida, sin embargo ha sido descrito por diferentes autores un efecto de despertar paradójico como consecuencia del estímulo quirúrgico que se traduce en el EEG en un aumento de las ondas lentas tipo delta.

Tomando en cuenta los datos anteriores, el índice biespectral nos ayuda a dosificar la anestesia para cubrir los requerimientos farmacológicos individuales, es el caso de pacientes con patologías complejas o agregadas en las que el estado del paciente puede cambiar con frecuencia como en el caso de pacientes con inestabilidad hemodinámica, enfermedades cardiovasculares, obesos, traumatizados; quienes requieran una atención especializada que puedan ser más sensibles a efectos hemodinámicos producidos por nuestros anestésicos como en pacientes mayores y pediátricos. Durante técnicas anestésicas intravenosas ya sea TIVA o TCI en las que sea complicado evaluar las concentraciones del fármaco; En pacientes sometidos a procedimientos ambulatorios permite reducir dosis de fármacos hipnóticos, se logra un despertar y extubación hasta en un 55% más rápido; se ha indicado un nivel significativamente inferior de la incidencia en náusea y vómito postoperatorio en pacientes ambulatorios con anestesia general monitorizados; mejora la calidad de recuperación postanestésica ya que egresan orientados; disminuye la estancia en unidad de recuperación postanestésica 16% antes que el resto de los pacientes.

2.6 Despertar intraoperatorio.

El despertar intraoperatorio es el estado en el que el paciente bajo anestesia general es consciente de sucesos ocurridos durante el periodo transoperatorio, siendo capaz de recordarlo y describirlo al terminar el procedimiento, su incidencia a nivel mundial es variable, oscila de 0.1 a 0.2 %. En E.U.A se registran 26 mil casos anuales, en China, hay mayores estadísticas que en occidente: 0.41%; en España se ha descrito 0.6% en cirugía electiva y 0.8% en pacientes de riesgo, el resto de Europa reporta 1-2/1000 casos anuales y en niños 0.6 a 1%. Hay cifras que varían de acuerdo al tipo de cirugía de tal forma que se presentan 0.9 al 5 % en obstetricia, 14% en cirugía cardiaca, y 11 al 43% en cirugía de trauma. En 2004 la Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations lanzó una alerta sobre este tema en la Sentinel Event Alert No 32 en donde señala que cada año entre 20 y 40 mil pacientes pueden recobrar la consciencia y tener recuerdos de sucesos durante la intervención quirúrgica y en 2006 la American Society of Anesthesiologists publica "Practice Advisory for Intraoperative Awareness and Brain Function Monitoring" en el que se revisa la evidencia científica relacionada a la prevención, diagnóstico y tratamiento del despertar transoperatorio.

Para estudiar el recuerdo durante la anestesia se clasifica a la memoria en memoria explícita que consiste en la recolección consciente de experiencias previas y la implícita que involucra la recolección consciente de experiencias que puedan originar cambios de comportamiento inducidos por esas experiencias. Los fármacos son capaces de bloquear la secuencia de eventos que llevan a la formación de memoria permanente, para esto, se parte del desarrollo de una memoria a corto plazo para almacenar en el tiempo una nueva experiencia o información, y se caracteriza por ser de corta duración, pero si el estímulo neuronal es repetitivo podría originar la codificación de la información convirtiéndose en memoria a largo plazo, una vez así, la información se codificará, almacenará u olvidará. En cambio la memoria de trabajo, puede ser considerada una actividad espontánea sináptica prolongada que ocurre en un subconjunto de neuronas en áreas cerebrales responsables de la formación de memoria en respuesta a los estímulos ambientales, que se consolidará a través de procesos celulares calcio dependientes, receptores NMDA, vías de CPK e IP3, las cuales pueden activar la calcio – calmodulina y proteína cinasa II haciendo modificaciones de las sinapsis.

Los anestésicos no afectan la memoria inconsciente o implícita, la cual no puede ser recolectada de manera consciente y que se forma desde etapas tempranas de la infancia partir de los 3 años, pero se cree que influye en la experiencia del recuerdo intraoperatorio.

En adultos se ha descrito que la exposición de palabras del procedimiento anestésico al paciente en la inducción activa representaciones mentales de ellas. La amnesia es parte fundamental de la anestesia general, evita la consciencia de los hechos; el hipocampo es responsable de la memoria explícita y alteraciones de este pueden inducir a amnesia profunda otras áreas cerebrales implicadas en este proceso es la corteza entorrinal y la amígdala, siendo esta última el sitio de acción de los anestésicos inhalados para ejercer su efecto amnésico. Los anestésicos que inducen amnesia actuarían reforzando el olvido de la información en lugar de prevenirla codificación para formar memoria a largo plazo; el recuerdo no se producirá si es posible la formación de memoria explícita.

Las causas del despertar intraoperatorio son desconocidas, se plantean las siguientes situaciones; La variabilidad de las necesidades de dosis de los fármacos anestésicos como resultado de alteraciones en la expresión o función de receptores, situación individual de los pacientes. La incapacidad de tolerar una dosis suficiente de anestésicos por reservas fisiológicas inadecuadas en pacientes con mala función cardíaca o hipovolemia grave. Personas con condiciones fisiológicas específicas que oculten la necesidad de incrementos en las dosis. Y la entrega inadecuada de medicamentos por mal funcionamiento de equipos de dosificación o mal uso. Según el ASA se distribuyen por orden de frecuencia las causas de despertar intraoperatorio en 37% superficialidad anestésica, 35% desconocidas, 28% mal suministro de fármacos, 17% bajas dosis de drogas y problemas con vaporizadores, 8% errores e la medicación, ausencia de anestésicos volátiles e inestabilidad hemodinámica, 3% intubación difícil y alteraciones en anestesis endovenosa.

El ASA Practice Advisory tiene como objetivo ayudar al anestesiólogo a desarrollar una estrategia clínica para minimizar los casos de despertar intraoperatorio. Dicha estrategia incluye elementos de tratamiento que tienen lugar durante todo el período perioperatorio: evaluación y preparación preoperatorias, monitorización e intervención intraoperatorias, y actividades de seguimiento postoperatorio. De donde se realiza una descripción de la estrategia clínica para minimizar este problema. En el periodo preoperatorio se debe evaluar el riesgo según condiciones específicas del paciente, procedimiento y técnica anestésica sin olvidar dar a conocer el consentimiento informado en situaciones de alto riesgo. En el periodo intraoperatorio debemos considerar

medicación previa para proporcionar amnesia y usar varias modalidades para evaluar la profundidad como signos clínicos que puedan estar enmascarados por el uso de bloqueante neuromuscular, monitorización convencional de la frecuencia cardíaca, tensión arterial y agente anestésico espirado final y monitorización de la función cerebral con el BIS, siendo este el que ofrece datos que demuestran una reducción del 80% en la incidencia del despertar intraoperatorio teniendo como objetivo un valor BIS menor de 60 y considerar administración de un agente amnésico para la consciencia no deseada. Finalmente, en el periodo postoperatorio haba de evaluarse informes de despertar intraoperatorio de los pacientes, proporcionar al paciente seguimiento adecuado y notificar la incidencia con fines de garantía de calidad.

2.7 Usos en adultos y en pediatría

Como ya se ha mencionado es un parámetro procesado del electroencefalograma que mide los parámetros sedantes e hipnóticos de agentes anestésicos y sedantes del cerebro y se correlaciona estrechamente con un valor numérico, esto ha sido validado tanto en población adulta como pediátrica y cada vez hay más publicaciones que aceptan este tipo de monitoreo, aunque solo es usada rutinariamente por el 10% de los anesestesiólogos pediátricos. El algoritmo fue desarrollado a partir de patrones electroencefalográficos de adultos, por tal motivo, la monitorización de la profundidad anestésica basada en el electroencefalograma, en niños, podría presentar problemas. En una editorial Watcha señala que los datos en los que está basado el bis proceden del análisis de datos de adultos y por tanto la monitorización pudiera no ser aplicable en población pediátrica, sobre todo a los menores de 6 meses de edad, y quizás durante todo el proceso que dura la maduración cerebral hasta los 5 años de edad. También se han observado diferencias entre los valores observados del BIS entre niños de distintas edades, no solo entre niños y adultos, y todo es debido a los distintos patrones electroencefalográficas (edad-dependientes) en los que se basa el BIS.

Uezono y Mio señalan que sería más fiable la valoración de la tendencia del BIS durante el procedimiento quirúrgico que el análisis de los valores de forma aislada, incluso en recién nacidos. De la misma manera, estos autores concluyen que, antes de incorporar el BIS a la monitorización pediátrica, se debe validar su utilidad en niños de distintos grupos de edad. El monitor BIS tiene electrodos específicos disponibles para niños.

Teniendo en cuenta que la anestesia general para niños es realizada con sevoflurane, existen publicaciones que señalan que en niños y lactantes el BIS es inversamente proporcional a la concentración tele-espírométrica de sevoflurano. La concentración de sevoflurano para un BIS= 50 fue significativamente diferente para lactantes y niños. La diferente concentración respuesta entre lactantes y niños fue consistente con los datos que muestran que la CAM es mayor en niños menores de 1 año de edad. En este trabajo los autores sugieren que el BIS mejora el ajuste de las dosis de anestésicos en niños al igual que lo que ocurre en adultos y que es una monitorización aplicable a niños y lactantes. Kern et al demostraron la existencia de una gran variabilidad en los valores intraoperatorios de BIS y niños anestesiados en ventilación espontánea, por lo que se debe ser prudente en la variación de concentraciones de Halogenados guiados por BIS. Rodríguez et al., señalan que el BIS se correlaciona con varios estado de hipnosis durante la inducción inhalatoria y el despertar en niños pero los valores aislados muestran variaciones interindividuales, lo que puede limitar su aplicación en pediatría. Los diferentes autores concluyen que se necesitan más estudios que correlacionen el BIS y las distintas variables clínicas indicativas de hipnosis antes de determinar si es aplicable en anestesia pediátrica.

2.8 BIS y anestesia general balanceada y endovenosa.

Existe evidencia suficiente para decir que los parámetros clínicos usados comúnmente para valorar el efecto de farmacológico de lo que administramos en el cerebro carecen a menudo de relación con la profundidad anestésica, por lo que en el BIS se encuentra una valoración objetiva de los efectos farmacológicos sobre la actividad cerebral y dosificación de forma adecuada según las condiciones y estimulación quirúrgica. Puede ser utilizado para obtener el estado hipnótico deseado evitando la infra o sobredosificación de anestésicos que puedan ocasionarnos aumento en la morbi mortalidad.

El bis es el primer monitor de profundidad anestésica validado clínicamente y que proporciona información sobre la dosificación de los anestésicos, procesos de inducción y educación anestésica y efecto de la estimulación quirúrgica sobre el nivel de profundidad anestésica. Obtenido tras el filtrado y computarización de datos electroencefalográficos.

Durante la inducción, en la anestesia general que tiene la finalidad de producir inconsciencia de forma rápida, facilitar el manejo de la vía aérea en el paciente inconsciente minimizando la

estimulación cardiovascular y establecer condiciones adecuadas para la cirugía, el inicio en la administración del anestésico se produce un descenso rápido del valor del BIS; con el fin de evitar fluctuaciones excesivas este se calcula con los últimos 15 a 30 segundos por lo que si hay algún cambio repentino, el descenso del valor numérico tiene 15 segundos de retraso con respecto a la clínica. Habitualmente la intubación oro traqueal provoca un aumento transitorio del BIS que a menudo no se correlaciona con cambios hemodinámicos. Un BIS de 50 posterior a la inducción ha demostrado mantener estabilidad adecuada para estas maniobras aunque no aseguran no tener fenómenos de despertar. La analgesia con opioides puede producir menor estímulo y en caso de dificultades en esta maniobra nos puede ayudar a mantener un plano hipnótico adecuado.

Durante el mantenimiento, no ayuda a dosificar adecuadamente los anestésicos, esto permite interpretar la respuesta del sistema nervioso a los agentes anestésicos de forma independiente al sistema cardiovascular, facilitando el diagnóstico y toma de decisiones que permitan mantener la homeostasis. Durante esta fase se recomienda tener un valor de entre 40 y 60 para reducir el riesgo de despertar intraoperatorio y evitar la sobredosificación; debemos recordar que en procedimientos en los que no se usen opioides los valores del BIS deben situarse en valores menores a los que nos hemos referido para disminuir estímulos nocivos. El aumento de estimulación quirúrgica puede provocar la elevación del BIS que puede relacionarse o no la estimulación quirúrgica y la estabilidad hemodinámica. Los opioides pueden reducir la respuesta a estímulos nocivos por lo que las oscilaciones del BIS pueden orientarnos al equilibrio entre analgesia y estimulación quirúrgica. Cuando se utiliza en anestesia combinada (general con regional) podemos usarlo como un indicador de hipnosis, ya que se ha visto que se logran usar menor dosis para una adecuada hipnosis, debido a la ausencia o disminución de la percepción del estímulo quirúrgico provocada por la regional.

En cuanto al despertar o emergencia anestésica, nos permite reducir paulatinamente las dosis de forma paralela a la disminución del estímulo quirúrgico. Con lo que conseguimos disminuir el tiempo de despertar y de extubación. La respuesta del BIS en este periodo es variable: puede aumentar gradualmente tras la reducción del anestésico o aumentar rápidamente a valores mayores de 60 previo a la recuperación de la consciencia, relacionado a la respuesta del BIS electromiográfica, o puede existir un valor menor de BIS de 60 a pesar de tener bajas concentraciones de hipnóticos hasta que exista un estímulo. Habitualmente el valor del BIS en el momento del despertar es más bajo que el previo a la anestesia por el efecto residual; si

encontramos valores altos BIS a pesar de realizar estímulos, debemos considerar existencia de bloqueo neuromuscular residual o presencia de artefactos electromiográficos.

Como se mencionó el BIS también refleja la disminución del metabolismo cerebral inducido por la mayoría de las drogas hipnóticas; lo cual ha sido demostrado mediante el estudio del metabolismo cerebral funcional con fluorodeoxiglucosa. Existen estudios de monitorización con BIS en pacientes sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos, en los que se evidencia que las patologías cerebrales y el tratamiento antiepiléptico altera el trazo electroencefalográfico por lo que se deben interpretar los valores del bis con cautela. A pesar de lo anterior se observaron ventajas en el uso de la monitorización como que optimiza la titulación de los fármacos como el propofol en los diferentes periodos quirúrgicos, pudiendo utilizar dosis diana precisos para mantener al paciente en un índice cerebral adecuado para la cirugía, permite objetivar el estado del índice cerebral del paciente al ingreso al quirófano, alerta al anestesiólogo al cese de la infusión intravenosa, permite obtener una medición objetiva de la recuperación de la profundidad hipnótica facilitando la decisión de extubar al paciente y optar por una emergencia rápida en caso de requerirlo, disminuye la posibilidad de despertar intraoperatorio, facilita el uso adecuado de drogas vasoactivas y el pacientes sometidos a cirugía vascular cerebral (pinzamiento transitorio de arterias cerebrales aferentes) en que se necesita neuroprotección mediante burst suppression, permite aumentar la diana de Propofol a la dosis requerida, llevando el índice cerebral entre 0 y 5.

2.9 BIS en sedación.

La monitorización de la sedación permite identificar y corregir situaciones de infra o sobredosificación. Las respuestas psicológicas, hemodinámicas, metabólicas y neuroendócrinas provocadas por estrés producen mayor morbi-mortalidad. La sobredosificación produce retrasos en el despertar, prolonga el tiempo de ventilación mecánica, y aumenta complicaciones asociadas como las neumonías; la sobredosificación es consecuencia de la administración de dosis altas de sedantes con el riesgo de producir efectos secundarios. Para el control de la profundidad de la sedación disponemos de métodos subjetivos como las escalas de sedación, entre las más usadas la escala de Ramsay, sedation- agitation scale y Richmond agitation sedation scale y métodos objetivos como los sistemas de monitorización derivados de la señal electroencefalográfica. Existen diferentes estudios sobre el empleo del BIS en la sedación; aun no se comprueba la

eficacia de su utilidad ya que existen publicaciones en las que no se encuentran correlación entre la profundidad de la sedación medida por escalas o por el BIS. Sin embargo la mayoría de los estudios negativos encuentran baja correlación solo en los grados ligeros de sedación, ya que la señal del BIS puede estar artefactada por la actividad electromiográfica, pero se encuentran buena correlación cuando la señal contaminante desaparece. Sin embargo el BIS es más útil durante la sedación profunda; diferentes estudios han mostrado que un paciente sedado pueden tener valores entre 0 a 75 pero valores menores de 40 se puede considerar como sobre sedación. Se han descrito valores bajos de BIS en pacientes despiertos debido a un bajo voltaje de las ondas EEG. Esta variante de la normalidad está genéticamente determinada y representa el 5 al 10% de la población. El BIS no sirve durante la sedación con ketamina; es útil para la instauración de coma barbitúrico, especialmente como guía para conseguir el objetivo terapéutico y evita sobredosificación, otras utilidades son la posibilidad de detectar dolor en pacientes sedados profundamente, valoración pronóstico del daño cerebral y la detección de silencio eléctrico cerebral con vistas a completar el diagnóstico de muerte encefálica.

2.10 BIS y su relación con opioides e inhalados

La vigilancia neurofisiológica mide el efecto de fármacos sobre el SNC y resulta muy útil en anestesia, pero la interacción de fármacos opioides con hipnóticos y anestésicos Halogenados debe ser tomada en cuenta a la hora de valorar correctamente estos monitores, ya que evalúan el componente hipnótico de la anestesia o sedación.

Los valores disminuyen de forma lineal con el aumento de las concentraciones del hipnótico, pero esto no previene el movimiento ni la respuesta al estímulo doloroso. A dosis bajas los opioides no modifican los valores del EEG, el BIS y la entropía, solo a dosis muy altas pueden modificar estos valores, las variaciones de BIS durante la estimulación nociceptiva reflejan el grado de analgesia y las interacciones farmacodinámicas. Las elevaciones del BIS cuando se administran hipnóticos o concentraciones adecuadas, deben interpretarse con insuficiente analgesia en vez de inadecuada hipnosis. Y no olvidar que se ha observado un retardo o histéresis entre las concentraciones sanguíneas y el efecto visualizado en el BIS.

En cambio, se indica a cerca del uso de los anestésicos inhalatorios tomando en cuenta que el BIS se correlacionan adecuadamente con el metabolismo cerebral y con hipnosis o sedación, pérdida

de consciencia, ausencia de recuerdo y memoria. Por lo que se ha reconocido un efecto fisiológico entre el retardo entre las concentraciones al final de la espiración y las concentraciones cerebrales. El análisis cuantitativo de la histéresis proporciona información sobre la velocidad de inicio y salida de la acción anestésica. Existen estudios entre las concentraciones de Halogenados al final de la espiración con el BIS usando combinación de un compartimiento efector y un modelo de Ema sigmoideo inhibitorio y otros sobre las interrelaciones dinámicas entre las concentraciones al final de la espiración y el BIS en las que se describieron una vida media de eliminación de 4.6 min que se cuantificó por medio de un análisis no para métrico que indican que los valores de entrada y salida de Halogenados como iso y sevofluorano indican tiempos similares de entrada y salida para ambos agentes cuando dichas concentraciones son usadas como referencia; se llegó a la conclusión que el retardo entre el efecto electroencefalográfico y las concentraciones medidas del anestésico al final de la espiración usados como punto de referencia depende de el tiempo necesario para muestrear la concentración al final de la espiración, el gradiente de la concentración alveolar medido al final de la espiración causado por el espacio muerto fisiológico y el uso de mascarilla durante la inducción, las concentraciones del gradiente alveolo arterial causada por cortos circuitos pulmonares los que podrían disminuir la vida media de eliminación de sitio efector, el gasto cardíaco que aporta el anestésico al cerebro, tiempo de acción y eliminación dentro y fuera del compartimento cerebral que depende del volumen cerebral, FSC, coeficiente de partición cerebro-sangre, dinámica cerebral cortico-subcortical, cálculo de los parámetros del electroencefalograma por el monitor.

2.11 Factores relacionados con la medición errónea del BIS

El médico debe estar preparado para identificar y responder a situaciones en las que las señales de EEG subyacentes (y, por tanto, el valor BIS) no reflejen con precisión los criterios de valoración, clínicos de la sedación y la hipnosis. Por ejemplo, pueden producirse valores BIS >60 como consecuencia de artefactos externos, determinados agentes farmacológicos y otras causas no relacionadas en lugar de reflejar un efecto anestésico inadecuado y la posibilidad de despertar intraoperatorio. De forma similar, pueden desarrollarse valores BIS <40 como consecuencia de condiciones clínicas graves y no simplemente por el efecto anestésico adicional. Como se ha mencionado, pueden producirse alteraciones en el estado fisiológico que disminuyan el metabolismo cerebral en valores BIS reducidos.

Los factores que se han registrado que influyen en el BIS son artefactos de electromiografía y agentes bloqueantes neuromusculares: el tono muscular de la frente puede ser excesivo, los agentes bloqueadores neuromusculares reducen la actividad de EMG y pueden producir un descenso de este; Bajo condiciones determinadas se puede ver aumentado el valor con marcapasos, calentadores de aire cercanos a la cabeza, sistema de navegación quirúrgica, endoscopio y electrocauterio; también podemos mencionar algunas condiciones graves iniciando con la más común reducción drástica del metabolismo cerebral, paro cardíaco, hipovolemia, isquemia cerebral Hipoperfusión hipovolemia, hipotensión hipoglucemia e hipotermia. Puede estar asociado con estados del EEG bajos pero muestran estado postictal, demencia, parálisis cerebral, EEG de bajo voltaje, lesión – muerte cerebral grave, despertar paradójico o delta paradójico. Algunos agentes anestésico y adyuvantes son la ketamina que aumenta los valores del BIS el halotano produce valores mayores que el isoflurano y seveflurane en dosis MAC, isoflurano se ha registrado respuesta paradójica transitoria, el óxido nítrico puede tener un efecto mínimo y la efedrina pero no fenilefrina puede aumentar el BIS.

2.12 Uso de BIS en sala de recuperación.

Con el advenimiento del BIS hemos logrado obtener ventajas para los pacientes sometidos a procedimientos anestésicos ayudando a mejorar la calidad de los cuidados postoperatorios, no como parte del monitoreo para vigilancia postoperatorio, si no observando los beneficios que se logran al tener una monitorización cerebral con el índice bispectral en el transoperatorio, esto permite reducir el tiempo de estancia en la sala de cuidados postanestésicos y en algunos casos inclusive evitar su paso por esta unidad, también existe una relación dosis respuesta entre los anestésicos y la presencia de náusea y vómito postoperatorio que ha indicado un nivel significativamente inferior durante el postoperatorio y pacientes ambulatorios con anestesia general monitorizados con BIS, así mismo se han encontrado que en un 43% los pacientes llegan más orientados a la sala de recuperación.

3. JUSTIFICACION

Es importante conocer y echar mano de los recursos que se han integrado al monitoreo quirúrgico como es el caso del índice biespectral para ayudarnos a brindar procedimientos anestésicos de calidad manteniendo un adecuado nivel de consciencia con buena hipnosis, analgesia e inmovilidad de acuerdo al procedimiento quirúrgico que asistamos y así alejarnos de las estadísticas de despertar intraoperatorio.

A pesar de las Notables mejoras en la Evaluación de los Sistemas Cardiovascular y respiratorio durante el perioperatorio, la determinación del efecto de los agentes anestésicos en el sistema nervioso central proporciona una medida directa del efecto anestésico durante el Intraoperatorio. La combinación de el monitoreo de la función cerebral con la monitorización tradicional y la evaluación de signos clínicos puede proporcionar al anestesiólogo un método más completo para optimizar la selección y/o dosificación de agentes anestésicos y coadyuvantes para cada paciente.

Las dudas relativas a las consecuencias del efecto anestésico inadecuado y excesivo han aumentado en los últimos años. Siendo el efecto anestésico inadecuado la principal etiología del despertar Intraoperatorio, este suceso adverso y no deseado que pudiera minimizarse con el uso del monitoreo tipo Índice Biespectral.

La posibilidad de utilizar monitorización de la función cerebral para permitir al anestesiólogo controlar el efecto anestésico específico es importante, la prevención de efectos sobre la recuperación posoperatoria y evolución del paciente dependen el gran parte a la vigilancia y la evaluación que el anestesiólogo haga en el quirófano de cada paciente.

Además de el ASA, Sociedades de todo el mundo han abordado el tema específico de la monitorización cerebral, insistiendo en que se considere el uso y/o la disponibilidad de este monitoreo en situaciones clínicas que supongan un riesgo mayor para la estabilidad Hemodinámica y la vigilancia del estado de consciencia intraoperatoria.

4. DESARROLLO

4.1 Uso Clínico del BIS en cirugía, su Interpretación y correlación del Bis en cirugía y conducta anestesiológica.

La preocupación por conseguir un nivel adecuado de profundidad anestésica es una constante entre los anestesiólogos, ya que administrar una dosis insuficiente o excesiva de anestésicos conlleva efectos deletéreos para los pacientes. La infra dosificación de anestésicos puede desencadenar un episodio de despertar intraoperatorio y, además, acompañarse de estimulación del sistema nervioso simpático presentando taquicardia, hipertensión, aumento de las hormonas de estrés, aumento del consumo de oxígeno. Por otro lado, la administración de una dosis excesiva de anestésicos puede provocar náuseas y vómitos, retrasar el despertar y la recuperación del paciente y aumentar los costes del procedimiento. Asimismo, se han publicado estudios que indican, también, un aumento de la mortalidad a medio plazo asociado a anestesia profunda.

Para determinar la dosis adecuada de anestésicos que deben administrarse se han utilizado tradicionalmente signos vitales como la tensión arterial, frecuencia cardíaca, tamaño y reactividad pupilar, piloerección, sudoración o sialorrea. Sin embargo, estos signos están influidos por múltiples factores, por lo que no siempre se correlacionan de forma adecuada con la profundidad anestésica. Entre estos factores podemos destacar el estado cardiovascular del paciente, el uso de fármacos que afectan a las respuestas autonómicas del paciente y las interacciones entre múltiples anestésicos. Otro método que nos puede guiar en la administración de anestésicos es la medición Tele espiratoria del anestésico inhalatorio o, en caso de hipnóticos intravenosos, los sistemas computarizados de concentración plasmática "diana". Aunque estos sistemas mejoran la precisión de las técnicas anestésicas, no siempre consideran factores como la edad, las respuestas individuales por variaciones farmacogenéticas, las interacciones farmacológicas, el impacto de enfermedades coexistentes o los cambios en la estimulación quirúrgica. Es decir, estos métodos obvian el hecho de que la misma concentración de anestésico tanto inhalatorio como intravenoso

puede producir distintos efectos en pacientes diferentes, e incluso en el mismo paciente, si Consideramos momentos con diversos grados de estimulación quirúrgica.

Por lo anterior, la integración de la monitorización BIS con otras técnicas tradicionales, han creado nuevos paradigmas para la evaluación y tratamiento intraoperatorio de los pacientes, y aunque un valor de BIS entre 40 y 60 es un objetivo típico durante el mantenimiento, el rango objetivo de los valores deben adaptarse a la técnica anestésica. El 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. Obtenido tras el filtrado y computarización de datos electroencefalográficos, el índice BIS es un dígito sin dimensiones, con valores comprendidos entre 0 y 100. Los pacientes conscientes no premedicados tienen un BIS mayor o igual a 93, en una anestesia balanceada en la que se administra opioide puede ser apropiado un rango entre 45 y 60; para la administración de una anestesia sin opioides o en dosis subóptimas, el aumento de la dosificación del agente hipnótico generalmente un halogenado, para producir supresión aceptable de una respuesta a un estímulo nocivo la meta serán valores menores, normalmente, entre 25 y 35. Por tal motivo el uso óptimo de este tipo de monitorización dependerá de los objetivos clínicos que queramos lograr de acuerdo a las condiciones de nuestro paciente y técnica anestésica a utilizar.

Conforme se administran dosis crecientes de sedantes o hipnóticos, el valor del índice BIS disminuye, de forma que la posibilidad de recuerdo disminuye por debajo de 75. Cifras entre 40 y 60 se consideran adecuadas para la anestesia quirúrgica y pueden evitar episodios de despertar.

En 1994 la FDA norteamericana aprobó la indicación del BIS para disminuir la incidencia de despertar intraoperatorio. Sin embargo, cada vez hay más estudios que relacionan su utilización con otros efectos beneficiosos.

Las ventajas que nos provee la monitorización de los procedimientos anestésicos con el monitor de índice bispectral son como ya hemos mencionado.

Reducción del riesgo de despertar intraoperatorio Solamente para el monitor BIS, dos grandes estudios, uno prospectivo y otro prospectivo aleatorizado, han demostrado una reducción de la incidencia de despertar intraoperatorio cercana al 80%, tanto en pacientes de riesgo como en la

población general, comparado con la no monitorización de la profundidad anestésica. Esto sugiere que el rango BIS recomendado para anestesia general (BIS < 60) probablemente tenga una muy baja frecuencia de fallos. Los casos publicados de DIO a pesar del uso de monitores de la profundidad anestésica, aunque anecdóticos, son importantes para proporcionar información adicional acerca del fallo en la monitorización. En contraste, en un reciente ensayo clínico no han encontrado diferencias en la incidencia de DIO en pacientes de riesgo (cirugía cardíaca) cuando se compara la práctica de la anestesia guiada por BIS con la anestesia basada en la concentración teleespiratoria de agente inhalatorio. Sin embargo, la frecuencia de DIO hallada en este estudio es del 0,21% (o sea, un 80% menor de la esperada en cirugía cardíaca, en que el riesgo estimado es del 1%). De acuerdo con los resultados de este ensayo, no deberíamos inferir la ineficacia de la utilización del BIS, sino que guiar la anestesia por la concentración teleespiratoria de anestésicos (concentración entre 0,7 y 1,3 CAM), también reduce el riesgo de DIO. Los autores concluyen, además, que el uso de la monitorización con BIS no se asocia con una disminución en la administración de anestésicos volátiles (nivel de evidencia I). En cuanto a la reducción de náuseas y vómitos postoperatorios La utilización del BIS ha demostrado una discreta reducción en la incidencia de náuseas y vómitos (32% versus 38%) en un metaanálisis que evalúa 11 ensayos clínicos en cirugía ambulatoria (nivel de evidencia I). Reducción de los perfiles de recuperación; El BIS tiene un efecto significativo en la disminución global de los tiempos de recuperación precoz (abrir los ojos, respuesta a órdenes, extubación y orientación), así como una disminución de los tiempos de estancia en la unidad de recuperación postanestésica⁷⁻¹⁰. Sin embargo, no se ha demostrado ningún efecto del BIS en la reducción del tiempo para el alta a casa. Sobre la reducción de mortalidad encontramos un estudio observacional prospectivo, moni tal, han descrito que el tiempo en que los pacientes permanecían bajo anestesia profunda (tiempo acumulado con valor BIS < 45) era un predictor independiente de mortalidad a un año (riesgo relativo = 1,244/hora). El hallazgo es sorprendente, ya que la mayor parte de los estudios sobre profundidad anestésica están enfocados a proporcionar un nivel de hipnosis suficiente (BIS < 60), sin considerar los efectos deletéreos de la anestesia profunda. Sin duda, son precisos más estudios para definir la influencia de la profundidad anestésica sobre la mortalidad, pero de confirmarse este descubrimiento, podría ampliar la indicación del BIS a nuevos grupos de pacientes. En cuanto a la reducción del consumo de anestésicos La disminución del consumo de anestésicos inhalatorios o intravenosos durante la anestesia guiada por BIS (rango recomendado entre 40 y 60 durante el mantenimiento de la anestesia o 60 a 80 al final de la cirugía) se estima en los distintos estudios

entre el 19 y el 25%⁷⁻¹⁰ (nivel de evidencia I). Este descenso significativo en el consumo podría reducir los costes, aunque en este aspecto los estudios referidos son heterogéneos y contradictorios. Tras evaluar los costes de utilización del BIS y la reducción del consumo de anestésicos en cirugía ambulatoria, Liu et al consideran que el coste residual es de 5,5 dólares por paciente. Este coste residual es menor conforme aumenta la duración de la intervención. Sin embargo, un estudio económico más complejo debería incluir otros elementos difíciles de valorar, como las cantidades ahorradas por la reducción de la incidencia de náuseas-vómitos, la disminución del riesgo de DIO y, tal vez, de la mortalidad.

El monitor BIS permite evaluar la profundidad de la hipnosis y dosificar los fármacos de forma precisa según la intensidad de los estímulos durante todas las fases del acto anestésico:

Lo que a la inducción respecta, tiene la finalidad de producir inconsciencia de forma rápida, facilitar el manejo de la vía aérea en el paciente inconsciente minimizando la estimulación cardiovascular y establecer las condiciones adecuadas para la cirugía. La administración de un bolo de anestésico provoca un rápido descenso del valor BIS. Hay que enfatizar que, con el fin de evitar fluctuaciones excesivas del índice, éste se calcula con los datos recogidos en los últimos 15-30 segundos, por lo que si hay cambios bruscos, como sucede en la inducción, el descenso del BIS tiene un "retraso" de unos 15 segundos con respecto a la observación clínica. La relación entre el BIS y el nivel de respuesta clínica ha sido casi idéntico para distintos hipnóticos ensayados o cuando se combinaron diferentes fármacos. Una vez conseguida la inconsciencia, se procede a controlar la vía aérea, la intubación orotraqueal provoca un aumento transitorio del BIS que a menudo no se correlaciona con cambios en los parámetros hemodinámicos. Un valor BIS tras la inducción, alrededor de 50, ha demostrado proporcionar una estabilidad adecuada para estas maniobras, aunque no asegura que no puedan producirse fenómenos de despertar. La administración de analgésicos de tipo opioide puede disminuir la estimulación que produce la intubación orotraqueal. Por lo que podemos decir que, durante la inducción el monitor del Índice biespectral puede ser útil para valorar la respuesta a la dosis de inducción intravenosa, valorar la reacción a coadyuvantes que influyen en este momento, durante una inducción inhalada, revela la variabilidad entre pacientes del tiempo de comienzo, puede facilitar estrategias de intubación o colocación de dispositivos para manejo de la vía aérea, la respuesta del BIS durante la intubación, el historial de previsión de dificultad de intubación son factores de riesgo de despertar

intraoperatorio, así como el intento prolongado puede disminuir las concentraciones de hipnóticos sin efecto somático evidente.

Durante el mantenimiento nos puede guiar para dosificar de forma adecuada los anestésicos. La anestesia controlada por BIS permite al anestesiólogo interpretar la respuesta del sistema nervioso central a los agentes anestésicos de forma independiente al sistema cardiovascular, facilitando el diagnóstico y la toma de decisiones que permitan restaurar la homeostasis. Por ejemplo, con un BIS mayor de 60 en el que se presenta hipertensión arterial, taquicardia, aumento de respuesta autonómica o somática se propone aumentar la hipnosis y analgesia así como identificar el estímulo quirúrgico; si se presenta hipotensión arterial o datos de inestabilidad habrá que tratar esta y disminuir la analgesia; si el paciente se encuentra estable hemodinámicamente hay que descartar artefactos o aumentar hipnosis. Si los valores del BIS están entre 40 y 60, se presentan hipertensión taquicardia y aumento en la respuesta autonómica y somática los pasos a seguir son aumentar el grado de analgesia, mantener hipnóticos, mejorar la relajación muscular y evaluar el uso de antihipertensivos, en caso de hipotensión o inestabilidad se debe tratar esta y disminuir la analgesia. Cuando el BIS sea menor de 40 y se presente aumento de la respuesta autonómica y somática habrá que disminuir hipnosis, aumentar la analgesia y valorar el uso de antihipertensivos; si se presenta hipotensión habrá que tratar la hipotensión y disminuir la cantidad de hipnótico y analgésico, si el paciente se encuentra estable hemodinámicamente se busca disminuir los hipnóticos y valorar la disminución del analgésico.

Como podemos ver durante esta fase, se recomienda mantener un valor BIS entre 40 y 60 para reducir el riesgo de despertar intraoperatorio y evitar la sobredosificación de anestésicos. El BIS se sitúa en niveles más bajos cuando se utilizan técnicas anestésicas sin opioides, al administrar dosis más altas de agente hipnótico para minimizar el estímulo nocivo. El aumento de la estimulación quirúrgica puede provocar una elevación del valor del BIS, que puede ser paralelo o independiente de la respuesta hemodinámica. La administración de dosis adecuadas de opioides reduce la respuesta del BIS ante estímulos nocivos, por lo que las oscilaciones del BIS pueden proporcionar información sobre el equilibrio entre analgésicos y estimulación quirúrgica. Cuando se utiliza BIS durante la anestesia combinada esto es, epidural y general, este monitor es también un indicador válido de hipnosis. Los estudios se muestran contradictorios respecto a si el BIS se modifica por la anestesia epidural, pero cuando se combina con anestesia general, los requerimientos para mantener un nivel de hipnosis adecuado disminuyen, probablemente en relación con la ausencia o

disminución de la percepción del estímulo quirúrgico provocada por la anestesia regional. Se ha observado que el ajuste de la dosificación para mantener un BIS con valores adecuados, produce mejores patrones de recuperación perioperatoria en comparación con la anestesia estándar.

Durante el despertar la monitorización BIS permite ir reduciendo la dosis de anestésico de forma paralela a la disminución del estímulo quirúrgico. Esta reducción al final de la intervención consigue acortar el tiempo de despertar y de extubación de forma significativa, la respuesta del BIS durante el despertar es variable: puede incrementarse gradualmente tras la reducción del anestésico o aumentar rápidamente a valores por encima de 60, previamente a la recuperación de la consciencia, relacionado con la aparición de respuesta electromiográfica. La tendencia del BIS refleja la disminución del efecto hipnótico cuando se reduce o se detiene la administración del agente anestésico al final de la intervención quirúrgica, los valores del BIS son variables: Pueden aumentar gradualmente en respuesta a una reducción de la dosis de anestésico. Pueden aumentar súbitamente a 60 antes de la recuperación de la consciencia especialmente si la electromiografía se incrementa considerablemente. Con analgesia adecuada, un paciente puede permanecer con valores menores de 60 del BIS a pesar de la baja concentración de hipnótico, los valores de BIS alto en un paciente que no responde pueden producirse por artefactos ajenos a nosotros como el electromiograma y el bloqueo neuromuscular.

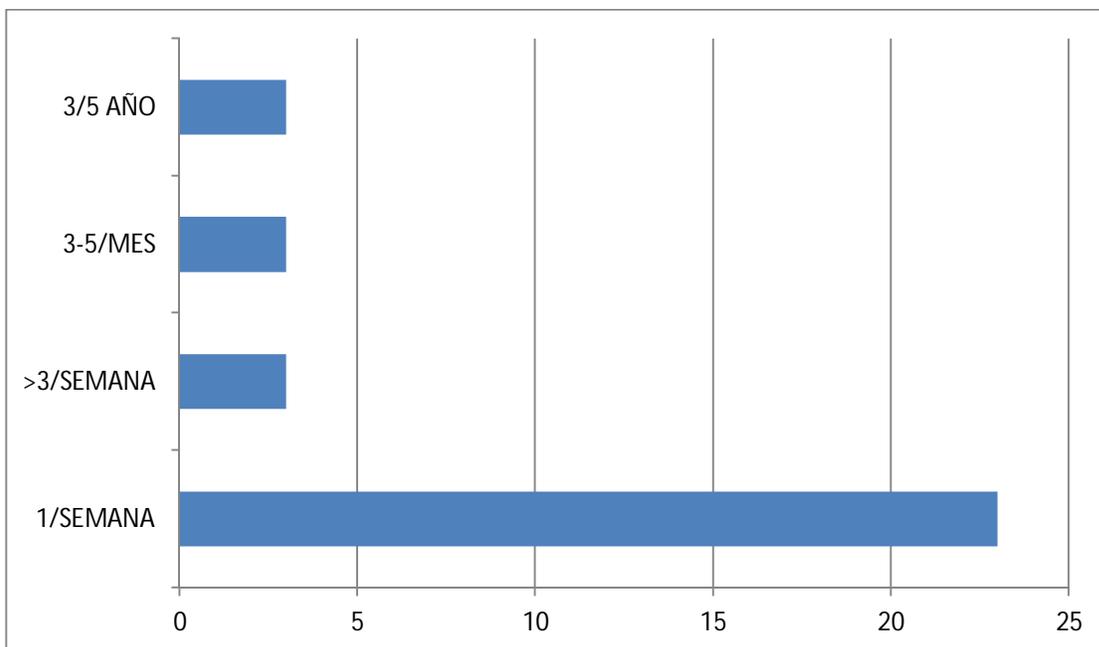
5. RESULTADOS.

Se realizó una encuesta de 11 preguntas a 100 médicos anestesiólogos procedentes de diversas instituciones públicas y privadas de las que obtuvimos los siguientes resultados.

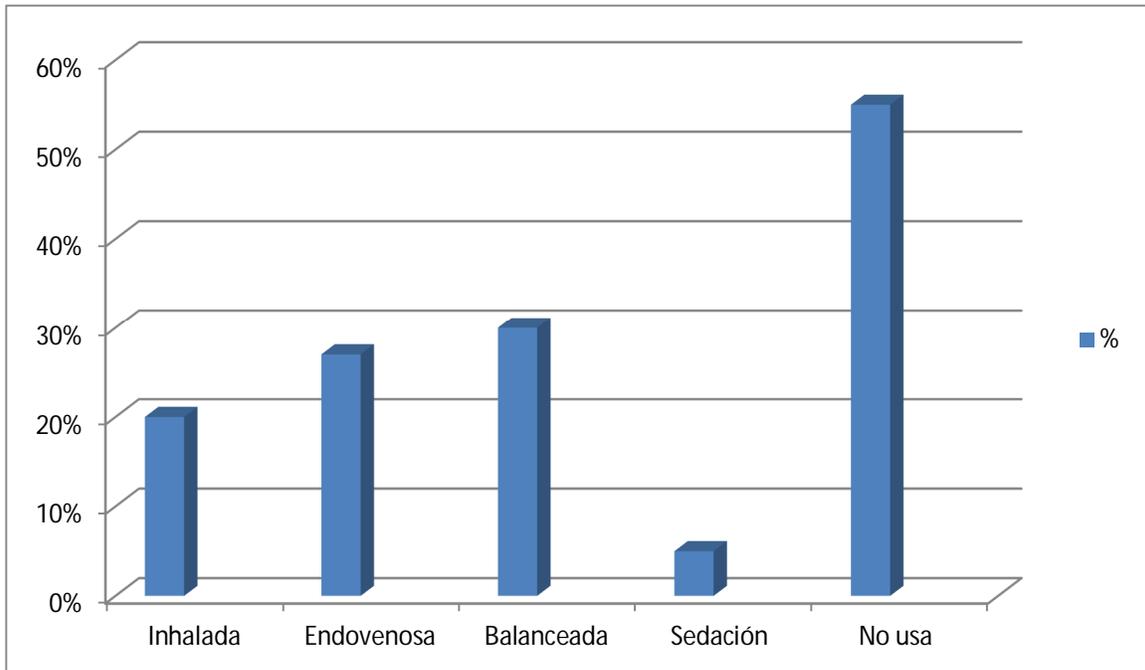
Se les pregunto como primer cuestionamiento, si conocían en monitoreo intraoperatorio de índice biespectral del cual el 90 % (n=80) afirmaron conocerlo y el 10% (n=20) restante lo desconocía.

El segundo fue, si es que alguna vez han usado dentro del monitoreo estándar intraoperatorio el índice biespectral, de la que obtuvimos que del 100% que afirmaron conocer el monitor de índice biespectral el 44.4%(n=36) dicen haber usado en BIS y el 55 % (n=44) no lo han usado a pesar de conocerlo.

En cuanto a la frecuencia de utilización del BIS encontramos que de los 36 anestesiólogos que conocen y han usado el BIS el 66% refiere usarlo una vez a la semana, 11% de 6 a 7 veces por semana, 11% 1 o 2 veces por mes y otro 11% entre 3 a 5 veces al año.



A cerca del tipo de procedimiento anestésico en el que es utilizado con mayor frecuencia, encontramos que el índice biespectral es mayormente usado en anestesia general balanceada como podemos observarlos en la siguiente gráfica no. 2. En este caso

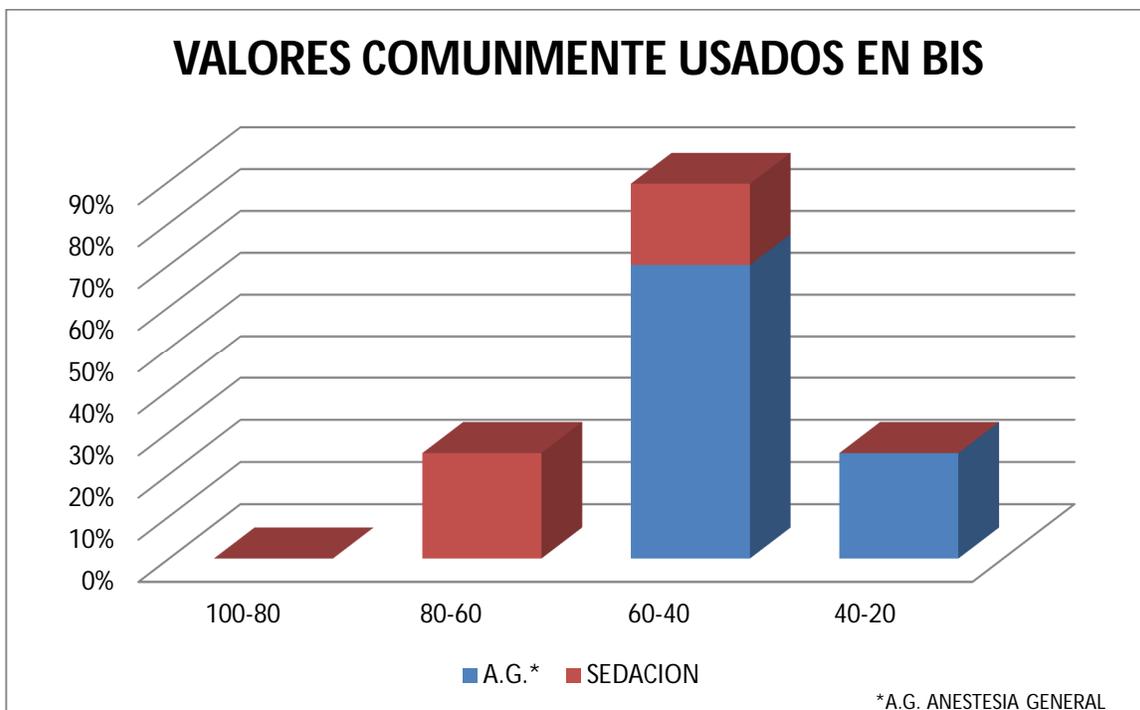


Tipo	%
Inhalada	20%
Endovenosa	27%
Balanceada	30%
Sedación	5%
No usa	55%

Se preguntó el rango de cifras de índice biespectral que se utilizan nuestros encuestados como cifras óptimas para vigilar la anestesia general vs sedación intravenosa y en cuanto al rango en el que suelen utilizar cifras durante los diversos procedimientos anestésicos, en la tabla 1 observamos que se le da mayor uso en los procedimientos de anestesia general, siendo los rangos frecuentemente utilizados entre 60-40 en un 70% y en menor medida el rango entre 20 y 40 en un 25%, Que en la sedación, los valores considerados como rangos adecuados para estos

procedimientos son en su mayoría entre 60 y 80 (25%) y en segundo lugar entre 40 y 60 en un 19.4%, considerando que el 55% (n=20) de nuestros participantes únicamente lo utilizan en anestesia general.

Parámetro (n=36)	Anestesia general (n)	Sedación (n)
100-80	0	0
80-60	0	9 (25%)
60-40	27 (70%)	7 (19.4%)
40-20	9 (25%)	0
Menor de 20	0	0
	36	16



Una vez conociendo los rangos con que comúnmente se da el mantenimiento a los pacientes bajo efectos anestésicos ya sea en anestesia general y en sedaciones se pregunto si al obtener esta información se modificaba la conducta a seguir, de lo que obtuvimos observamos que el 55% de los anesthesiólogos encuestados si modifican su conducta anestésica durante los procedimientos y el 44% no la modifica, únicamente usan el BIS para obtener información adicional en el monitoreo que estan llevando a cabo.

Sobre si el mantener monitorizados a los pacientes con índice biespectral habían encontrado algún efecto en la reducción o aumento de las dosis totales de los diferentes anestésicos y sedantes que suelen usar nos comentaron 25 anesthesiólogos, que corresponde al 70% que no han observado la reducción del costo de los manejos anestésicos y 11 de ellos, el 30 % que si han observado reducción de costos para el paciente.

También preguntamos si el uso del BIS dentro de su monitorización se llevaba a cabo desde la inducción hasta la emersión y recuperación de la consciencia por completo a lo que el 100% (n=36) de nuestros médicos encuestados respondieron afirmativamente a ambos cuestionamientos.

Finalmente, preguntamos sobre el uso del BIS en los pacientes permaneciendo en la unidad de cuidados postanestésicos a lo que encontramos que ninguno de nuestros encuestados lo usa dentro del monitoreo para la recuperación de sus pacientes.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con la revisión de la literatura sobre el uso del índice bispectral y la importancia clínica que en la actualidad representa su presencia dentro del monitoreo básico en los múltiples procedimientos que se realizan en el ámbito de la anestesiología, además de la información obtenida en la encuesta realizada a anestesiólogos podemos concluir que el índice bispectral en la actualidad a pesar de no tener la difusión adecuada para hacerlo parte del monitoreo intraoperatorio básico la literatura a lo largo del tiempo desde que se inició su uso, demuestra que ha brindado grandes beneficios a la evolución de la anestesiología, ya que se ha demostrado que el uso de signos clínicos como la evaluación continua de la presión arterial y la frecuencia cardíaca para la guía de la dosificación anestésica puede resultar en dosis no adecuadas para nuestros pacientes, ya que este al ser una escala derivada de la actividad eléctrica cerebral para medir el efecto farmacológico de los anestésicos específicos en el cerebro es útil para ajustar estas y así lograr una adecuada profundidad anestésica previendo casos de despertar intraoperatorio que pueden traer repercusiones psiquiátricas a nuestros pacientes y dificultades legales que puedan privarnos del derecho a ejercer la profesión, además de que hay cambios notables que sugieren que la dosificación adecuada de los medicamentos utilizados, sobre todo de hipnóticos, pueda dar lugar a menores repercusiones de los pacientes durante su estancia en la unidad de cuidados de recuperación postanestésica, como menor frecuencia de náusea y vómito, además que, se ha puesto de manifiesto que el monitor BIS influye sobre los resultados de la recuperación precoz y, posiblemente, sea valioso para disminuir la mortalidad a largo plazo. A lo largo de toda esta controversia persiste una constante que nos dice que la respuesta a la información suministrada por los monitores depende exclusivamente de la persona que administra la anestesia. Nunca se puede demostrar que los dispositivos de vigilancia con los que cuenta el especialista ofrezcan un beneficio independiente, pero no se puede discutir su importancia en la mejoría de la práctica anestésica.

De los resultados obtenidos en la encuesta realizada podemos concluir que el índice bispectral está tomando un lugar importante dentro del monitoreo no invasivo en los procedimientos anestésicos, aunque aún no es un elemento fácil de encontrar pues nos encontramos con que a pesar de que existe la información sobre este tipo de monitoreo no es posible usarlo como parte

de la rutina ya que, por un lado, no hay en existencia en múltiples nosocomios y el costo de los electrodos del BIS excede toda posibilidad de reducir los costos que si bien se han disminuido al usar los fármacos anestésicos en dosis adecuadas para mantener en un buen plano anestésico y sedante, este no se ve reflejado para nuestros pacientes.

Otro dato importante que arroja la encuesta es que se le da mayor uso en quirófano en procedimientos de anestesia general ya sea balanceada o intravenosa más que en sedación. Por otro lado, a pesar de que la bibliografía establece los parámetros para identificar el estado de consciencia o profundidad anestésica o sedante de nuestros pacientes, aún existen casos en los que se mantiene a los pacientes en rangos diferentes a lo establecido y que generalmente corresponden a mayor profundidad.

7. ANEXO.

7.1 Encuesta

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

Estudio Importancia Clínica del BIS en Quirófano

1. Conoce el Monitoreo Intraoperatorio del Índice Biespectral Si_____ No_____
2. Ha Usado el Monitoreo Intraoperatorio BIS
Si_____ No_____
3. Que tan Frecuentemente utiliza el BIS a la Semana _____
4. Lo Utiliza en Anestesia General:
Inhalada_____ Endovenosa____ Balanceada____ Sedación_____
5. Que Rango de Cifras de BIS Utiliza en general en:
Anestesia General_____ Sedación_____
6. Modifican las Cifras de BIS su conducta anestésica
intraoperatoria Si__ No__
7. Modifican las Cifras de Bis sus dosis Totales de Medicamentos Si___ No___
8. El Uso de BIS Reduce el costo de su Anestesia
Si_____ No_____
9. Utiliza el Monitor BIS desde la Inducción
Si___ No_____
10. Utiliza el Monitoreo BIS hasta la emersión del paciente y recuperación de la conciencia
SI__NO__
11. Utiliza el Monitor BIS en el Postoperatorio en la Unidad de Recuperación
Si___ NO___

8. BIBLIOGRAFÍA

1. JOHANSEN Jay M.D., Sebel Peter S. M.B, Development and clinical application of electroencephalographic bispectrum monitoring., M.B.A., 2000 American Society of Anesthesiologists, Inc. Lippincott Williams & Wilkins, Inc.
2. HACHWA, Bachar, M.D., Brewer Andrew, An Unusual Event with the Bispectral Index Monitoring System, The Ohio State University, Columbus, Ohio. *Anesthesiology*, V 104, No 3, Mar 2006
3. DUBOVSKY, Steven L., Trustman Robert, PhDt Absence of Recall After General Anesthesia: Implications for Theory and Practice, *anesthesia and analgesia*. . current researches vol.5 5, no. 5, sept.-oct.,1976
4. ASA American Society of Anesthesiologists. Task Force on Intraoperative Awareness, Practice Advisory for Intraoperative Awareness and Brain Function Monitoring, *Anesthesiology* 2006; 104:847–64
5. SIGL JC, Chamoun NG. An introduction to bispectral analysis for the electroencephalogram. *J Clin Monit* 1994; 10:392-404.
6. KISSIN I. Depth of anesthesia and bispectral index monitoring. *Anesth Analg* 2000; 90:1114-1117.
7. KERSENS Chantal, Ph.D., Klein Jan, M.D., Ph.D., Bonke Benno, Ph.D, Monitoring versus Remembering What Happened, *Anesthesiology* 2003; 99:570–5
8. RANTA Seppo O.V., MD, Laurila Riitta, MD, Saario Johanna, RNS, Ali-Melkkila Timo, MD, and Hynynen Markku, MD. Awareness with Recall During General Anesthesia: Incidence and Risk Factors, *Anesth Analg* 1998; 86:1084-9.
9. GOLDSTONE John Dr, EN EL QUIRÓFANO BIS: Mide los Efectos de los Anestésicos y los Sedantes en el Cerebro, Aspect Medical Systems International B.V. 2008.
10. O'CONNOR Michael F., M.D., Daves Suanne M., M.D., Tung Avery, M.D., Cook Richard I., M.D., Thisted Ronald Ph.D., Apfelbaum Jeffery, M.D., BIS Monitoring to Prevent Awareness during General, Anesthesia, *Anesthesiology* 2001; 94:520–2
11. SLEIGH James W., MBChB, Andrzejowski John, MBChB, Steyn-Ross Alistair, MNZIP, and Steyn-Ross Moira, MNZIP. The Bispectral Index: A Measure of Depth of Sleep?, *Anesth Analg* 1999;88:659 –61)
12. IBRAHIM Andra E., M.D., Taraday, Julie K. B.A., Kharasch Evan D., M.D., Ph.D., Bispectral Index Monitoring during Sedation with Sevoflurane, Midazolam, and Propofol, *Anesthesiology* 2001; 95:1151–59
13. HERNÁNDEZ-Gancedo C., Pestaña D., Criado A., Monitorización del índice bispectral en el transporte Intrahospitalario. *Rev. Esp. Anestesiología y Reanimación*. 2007; 54: 169-172
14. KELLEY Scott D., M. D., Monitorización de la consciencia Uso del Índice bispectral (Bispectral Index) durante la anestesia. 2010 www.BISeducation.com.

15. TARDIO Flores Rodrigo A., Sejas Clavijo Jacquie, Castellon Sejas Virginia, Bustamante Carmen, Orozco Cadima Anell, Utilidad del Índice Biespectral en la Monitorización de la Conciencia Durante la Anestesia General. *Rev Cient Cienc Med* 2010;13(2):69-72
16. LIU Spencer S., M.D., Effects of Bispectral Index Monitoring on Ambulatory Anesthesia, A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials and a Cost Analysis. *Anesthesiology* 2004; 101:311-5
17. PÉREZ Ferrer A., Gredilla E., de Vicente J., Reinoso Barbero F., García Fernández J., Gilsanz F. Índice biespectral durante la inducción y despertar de sedación con sevoflurano para resonancia magnética en pacientes pediátricos. *Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim.* 2006; 53: 95-101
18. PAVLIN Janet D., M.D., Souter Karen J., M.B., B.S., F.R.C.A., Hong Jae Y., D.D.S., Freund Peter R., M.D., T. Bowdle Andrew, M.D., Ph.D., Bower Jan O., R.N. Effects of Bispectral Index Monitoring on Recovery from Surgical Anesthesia in 1,580 Inpatients from an Academic Medical Center. *Anesthesiology* 2005; 102:566-73
19. NIEUWENHUIJS Diederik, MD, Coleman Emma L., BS, Douglas Neil J., FRCP, Drummond Gordon B., FRCA, and Dahan Albert, MD. Bispectral Index Values and Spectral Edge Frequency at Different Stages of Physiologic Sleep. *Anesth Analg* 2002;94:125-9.
20. AVIDAN Michael S., M.B., B.Ch., Zhang Lini, M.D., Anesthesia Awareness and the Bispectral Index. *The New England Journal of Medicine* march 13, 2008 vol. 358 no. 11.
21. KERSSSENS Chantal, PhD, and Sebel Peter S., To BIS or Not to BIS? That Is the Question. *anesth analg* 2006;102:380-2
22. O'CONNOR Michael F, M.D., BIS Monitoring to Prevent Awareness during General Anesthesia. *Anesthesiology* 2001; 94:520-2
23. AIME Isabelle , MD, Nicolas Verroust,. Does Monitoring Bispectral Index or Spectral Entropy Reduce Sevoflurane Use? *Anesthesia & Analgesia* Vol. 103, No. 6, December 2006.
24. BHARGAVA A. K., MD, Setlur R., MD, and D. Sreevastava, MD, Correlation of Bispectral Index and Guedel's Stages of Ether Anesthesia, (*Anesth Analg* 2004;98:132-4)
25. PEÑUELAS-Acuña Juana, Dra. Oriol-López Alejandra, Utilidad del índice biespectral (BIS) en la reducción del costo de fármacos para la anestesia. *Academia Mexicana de Cirugía* 2003; 71: 300-303.
26. ELLERKMANN Richard Klaus, M.D., et al. Spectral Entropy and Bispectral Index as Measures of the Electroencephalographic Effects of Sevoflurane. *Anesthesiology* 2004; 101:1275-82
27. CENDÓN Ortega Mercedes, Olivares Mendoza Horacio, Guadarrá Quijada Francisco, Porrás Quevedo Rosario. ¿Son los parámetros hemodinámicos un signo de profundidad anestésica?. *Anales medicos, Hospital ABC* Vol. 47, Núm. 1 Ene. - Mar. 2002 pp. 12 - 18
28. ESCUDERO Augusto D., Otero Hernández J., Muñiz Albaiceta G., Parra Ruiz D., Cofiño Castañeda L. y Taboada Costa F. Detección de muerte encefálica mediante monitorización BIS (índice biespectral). *Med Intensiva.* 2005;29(5):272-8
29. JARAMILLO-Magaña José J, Interrelaciones entre el Sevoflurano y el Índice Biespectral. *Anestesia en México, Suplemento 1, 2004.*

30. BUISÁN Félix, Ruiz Nuria; Grupo de Trabajo de la Sociedad Castellano-Leonesa de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor (SOCLARTD). Índice biespectral (BIS) para monitorización de la consciencia en anestesia y cuidados críticos: guía de práctica clínica. Valladolid: SOCLARTD; 2008.
31. O'CONNOR M, M.D., Suanne M. Daves, M.D, Avery Tung, M.D., Richard I. Cook, M.D., Ronald Thisted, Ph.D., Jeffery Apfelbaum, M.D. BIS Monitoring to Prevent Awareness during General Anesthesia. *Anesthesiology* 2001; 94:520–2
32. IBRAHIM Andra E., M.D., Taraday Julie K., B.A., Kharasch Evan D., M.D., Ph.D., Bispectral Index Monitoring during Sedation with Sevoflurane, Midazolam, and Propofol. *Anesthesiology* 2001; 95:1151–59
33. HIGUERA-Medina Luis Enrique, ¿Es recomendable el uso del índice biespectral en todo paciente bajo anestesia *Revista Mexicana de Anestesiología*. Vol. 33. pp S64-S66 Supl. 1, Abril-Junio 2010
34. URRIOLA-Martínez Mónica, ¿Se modifica el pronóstico del paciente monitorizado con BIS en anestesia? *Revista Mexicana de Anestesiología* Vol. 34. Supl. 1 pp S30-S31 Abril-Junio 2011
35. NISHIYAMA Tomoki, MD, PhD, Matsukawa Takashi, MD, PhD*, and Hanaoka Kazuo, MD, A Comparison of the Clinical Usefulness of Three Different Electroencephalogram Monitors: Bispectral Index, Processed Electroencephalogram, and Alaris Auditory Evoked Potentials. *Anesth Analg* 2004; 98:1341–5.
36. BRUHN Jürgen, M.D., W. Bouillon Thomas, M.D., Radulescu Lucian, M.D., Hoeft, Andreas M.D. Ph.D., Bertaccini Edward, M.D., L. Shafer Steven, M.D. Correlation of Approximate Entropy, Bispectral Index, and Spectral Edge Frequency 95 (SEF95) with Clinical Signs of “Anesthetic Depth” during Coadministration of Propofol and Remifentanyl. *Anesthesiology* 2003; 98:621–7.
37. BUSTOS B Raúl., FUENTES S. Claudia. Correlación entre análisis biespectral y escala COMFORT en la evaluación de sedación en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. *Rev Chil Pediatr* 2007; 78 (6): 592-598.
38. KASUYA Yusuke, MD, Raghavendra Govinda, MD, Rauch Stefan, MD, J. Mascha Edward, PhD, I. Sessler Daniel, MD, Turan Alparslan, MD. The Correlation Between Bispectral Index and Observational Sedation Scale in Volunteers Sedated with Dexmedetomidine and Propofol. *Anesthetic Pharmacology*, Vol. 109, No. 6, December 2009.
39. BHARGAVA, A. K. MD, Setlur R., MD, and Sreevastava D., MD, Correlation of Bispectral Index and Guedel's Stages of Ether Anesthesia. *Anesth Analg* 2004;98:132–4.
40. SLEIGH Jamie W., M.D., Depth of Anesthesia, Perhaps the Patient Isn't a Submarine. *Anesthesiology*, V 115 • No 6 1149 December 2011.
41. LUGINBHÜL, Martín M.D., D.E.A.A. Schnider, Thomas W. M.D., Ph. D. Detection of Awareness with the Bispectral Index: Two case reports. *Anesthesiology*, January 2002 Volume 96, Issue 1, pp. 241-243.
42. JOHANSEN Jay W., M.D., Ph.D. Sebel, Peter S., M.B., B.S., Ph.D., M.B.A. Development and Clinical Application of Electroencephalographic Bispectrum Monitoring. *Anesthesiology* 2000; 93:1336–44.

43. GAUGHEN, Cheryl M, MD, Durieux Marcel, MD, PhD., The Effect of Too Much Intravenous Lidocaine on Bispectral Index. *Anesth Analg* 2006;103:1464 –5.
44. PAVLIN ,Janet D., M.D., Souter Karen, M.B., B.S., F.R.C.A., Jae Y. Hong, D.D.S., Freund Peter R., M.D.,T. Andrew Bowdle, M.D., Ph.D., Jan O. Bower, R.N. Effects of Bispectral Index Monitoring on Recovery from Surgical Anesthesia in 1,580 Inpatients from an Academic Medical Center. *Anesthesiology* 2005; 102:566–73
45. VANLUCHEN L. Ann G. e, M.D., VereeckHugo e, M.D., Thas Olivier, M.Sc., Ph.D., Mortier, Eric P. M.D., D.Sc., Shafer Steven L., M.D., Michel M. R. F. Struys, M.D., Ph.D.. Spectral Entropy as an Electroencephalographic Measure of Anesthetic Drug Effect. A Comparison with Bispectral Index and Processed Midlatency Auditory Evoked Response. *Anesthesiology* 2004; 101:34–42.
46. BOTTROS Michael ., M.D., Palanca Ben Julian A., M.D., Estimation of the Bispectral Index by Anesthesiologists. *Anesthesiology*, V 114 • No 5 1093 May 2011.
47. SEBEL Peter S., MB BS, PhD, MBA, Bowdle T. Andrew, MD, PhD, Ghoneim Mohamed M., MD. Rampil Ira J., MD, Roger E. Padilla, MD, Tong Joo Gan, MB BS, FRCA, FFARCSI, and Domino Karen B., MD, MPH. The Incidence of Awareness During Anesthesia: A Multicenter United States Study. *Anesth Analg* 2004;99:833–9 833.
48. GURSES Ercan, MD, Sungurtekin Hulya, MD, Tomatir Erkan, MD, and Dogan Hakan, MD, Assessing Propofol Induction of Anesthesia Dose Using Bispectral Index Analysis. *Anesth Analg* 2004;98:128–31
49. CAMPOS, Salazar Miguel, EL CONCEPTO ENTROPÍA Y SU APLICACIÓN EN OTRAS CIENCIAS. Depto. de Ciencias Básicas Unidad Académica Los Ángeles Universidad de Concepción
50. S. LAUREYS, MD, PhD; F. Perrin, PhD; M-E. Faymonville, MD, PhD; C. Schnakers, BSc; M. Boly, BSc; V. Bartsch, MD, PhD; S. Majerus, PhD; G. Moonen, MD, PhD; and P. Maquet, MD, PhD. Cerebral processing in the minimally conscious state. *NEUROLOGY* 2004;63:916–918.
51. DRUMMOND John C., M.D., F.R.C.P.C. Monitoring Depth of Anesthesiaq With Emphasis on the Application of the Bispectral Index and the Middle Latency Auditory Evoked Response to the Prevention of Recall. *Anesthesiology* 2000; 93:876–82
52. VALENCIA Sola, L.; Navarro Navarro, R.; Santana Suárez, R.Y.; Navarro García, R.; Romero Pérez, B. Monitorización de la profundidad anestésica: índice biespectral. *CANARIAS MÉDICA Y QUIRÚRGICA* Mayo – Agosto 2011.
53. RECART, Alejandro, MD, Gasanova Irina, PhD, MD. The Effect of Cerebral Monitoring on Recovery After General Anesthesia: A Comparison of the Auditory Evoked Potential and Bispectral Index Devices with Standard Clinical Practice. *Anesth Analg* 2003; 97:1667–74 1667.