

**MONITOREO Y SEGURIDAD
EN ANESTESIA**

Vol. 29. Supl. 1, Abril-Junio 2006
pp S199-S201

BIS ¿Monitor de seguridad?

Dr. José J Jaramillo-Magaña

Médico adscrito al Departamento de Neuroanestesiología.
Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. México, D.F.
jaramillo@neuroanestesiologia.org

El propósito de la monitorización del sistema nervioso central (SNC), es la detección de la hipoxia, isquemia o ambas durante procedimientos anestésico-quirúrgicos o en la unidad de medicina crítica. Se ha demostrado una cercana interrelación entre ciertas variables como hipoxia, incremento de la presión intracraneal (PIC), hipertensión arterial, convulsiones y la evolución neurológica. Estos resultados sugieren que la monitorización del SNC que incluya la determinación del flujo sanguíneo cerebral (FSC), oxigenación cerebral y funcionamiento neuronal, facilitará el tratamiento farmacológico o quirúrgico de acuerdo al estado del paciente. El daño neuronal y el déficit neurológico asociado a isquemia cerebral no detectada clínicamente, puede reducirse considerablemente al aplicar ciertos procedimientos de neuromonitorización.

Los monitores actuales tienen varias aplicaciones, dependiendo del objetivo final para el cual se aplican (Cuadro I) y actualmente, al EEG se le considera como estándar sobre el cual se hacen muchas comparaciones. Este monitor permite evaluar el estado funcional del SNC así como el efecto farmacodinámico de los fármacos anestésicos.

Se acepta ampliamente que el EEG es altamente sensitivo e indicador de isquemia o hipoxia del SNC, y con este propósito se le ha utilizado desde su introducción en la clínica. Sin embargo, su aplicación práctica en la cirugía intracraneal, es difícil debido a que se requiere una gran cantidad de electrodos para evaluar ambos hemisferios cerebrales en todas sus regiones y la colocación de los mismos interfiere con las maniobras del cirujano. Es por eso que el uso rutinario de este monitor no siempre es posible en la práctica.

El monitoreo electroencefalográfico para el efecto de los fármacos anestésicos, tiene tres aplicaciones: a) una herramienta cuantitativa para el estudio farmacológico de agentes activos en el SNC; b) la valoración del efecto supresivo metabólico (control de la dosis del tiopental para coma bar-

Cuadro I. Tipos de monitores.

Titulación de anestésicos		Seguridad
BIS	Presión arterial	TEE
Presión arterial	ECG	Presión inspiratoria
Frecuencia cardíaca	PVC	Volumen corriente
CO ₂	Gases arteriales	Volumen minuto
Función muscular	Gases respirados	Alarmas múltiples en el sistema
Temperatura	Función pulmonar	Alarmas múltiples para variables fisiológicas
	Presión AP	Registro anestésico automatizado
	Gasto cardíaco	Medidas de seguridad de la máquina de anestesia
	Temperatura	Medidas de seguridad del ventilador
	EEG	

bitúrico, por ejemplo) y c) la evaluación de la supresión funcional del SNC (anestesia e hipnosis).

La elección de la variable fisiológica contra la cual correlacionar el EEG es crítica. La primera observación fue la de comparar el efecto de la estimulación nociva con el efecto en el EEG. El grado de depresión del EEG antes de la laringoscopia se correlaciona con la magnitud de los cam-

bios hemodinámicos después de la intubación. Sin embargo, intentos adicionales para correlacionar el EEG con otras variables, como por ejemplo los movimientos propositivos en respuesta al estímulo quirúrgico no han proporcionado resultados positivos. Esta ausencia de efecto, sin embargo tiene una explicación y no es más que el resultado de separaciones anatómicas y farmacodinámicas de los circuitos neuronales responsables del movimiento (médula espinal) y de aquellos responsables de la señal del EEG (corteza cerebral). La supresión de la actividad funcional de la médula espinal inducida por anestésicos, como por ejemplo la inmovilidad quirúrgica, puede observarse monitorizando los reflejos espinales (ondas F).

Cuando el EEG se correlaciona con las funciones neurales asociadas a la corteza cerebral tales como memoria, conciencia, hipnosis, los resultados más atrayentes provienen del monitor del índice biespectral.

El llamando índice biespectral (BIS), está basado (parcialmente) sobre el análisis biespectral del EEG. En contraste al análisis espectral, el análisis biespectral retiene la información de la interdependencia de las frecuencias. Tal análisis ayuda a determinar la información acerca del estado hipnótico o componentes sedantes de la anestesia general contenidos en el EEG. El BIS está basado sobre una combinación de parámetros en el dominio del tiempo, dominio de la frecuencia y subparámetros espectrales de segundo orden. Este parámetro está optimizado por una base de datos que correlaciona niveles de hipnosis o sedación definidos en una escala que va del 100 (despierto) al 0 (EEG isoelectrico).

El monitoreo cerebral facilita la recuperación temprana de la anestesia, reduce el riesgo de despertares en pacientes de alto riesgo, y reduce la incidencia de náusea y vómito postoperatorio. El BIS también puede proporcionar información acerca del estado anestésico que se relaciona con el riesgo de mortalidad postoperatoria.

El BIS se deriva de la estimación empírica de los parámetros del EEG que predicen mejor las mediciones de OAAS (Observer's Assessment of Alertness and Sedation), en una gran base de datos de pacientes y voluntarios recibiendo hipnóticos y opioides. Como medida continua que correlaciona las mediciones de OAAS obtenidas de sujetos bajo hipnóticos, puede describirse al BIS como una medición de la probabilidad de estado que refleja la compleja naturaleza de la conciencia.

Siendo derivado del OAAS, debería esperarse que el BIS correlacione bien con el OAAS. Esta correlación podría tal vez ser menos consistente con otras escalas como la de Ramsay, la prueba de mantenimiento modificada de la vigilia (MMWT) que se usa en pediatría, o la escala de sedación de la Universidad de Michigan (UMSS). Estas últimas escalas no fueron parte de la base de datos que se usaron para el desarrollo del BIS y la base de datos original fue completamente construida de datos de EEG de adultos.

Las interrelaciones entre el monitoreo con el índice biespectral (BIS) y el desenlace clínico fueron examinadas en un estudio realizado por Monk et al⁽¹⁾, en un análisis retrospectivo de la mortalidad usando los datos de Medicare. A un año del procedimiento la mortalidad fue de 9.1%. La tasa de mortalidad ajustada al riesgo, fue menor en los hospitales que usan rutinariamente el BIS (8.7%) comparada con los hospitales que no utilizan BIS (9.3% $p < 0.001$). Los autores consideran que la diferencia en la mortalidad puede estar relacionada con una disminución en el tiempo acumulativo de profundidad anestésica, en los hospitales que utilizan el monitoreo con BIS. Este estudio fue publicado en el 2003 dentro del programa de la ASA. El estudio fue publicado en forma completa en el 2005 informando los resultados de 1,064 pacientes programados para cirugía mayor no cardíaca. En este estudio de todas las causas de mortalidad después de cirugía mayor no cardíaca se confirmó que la comorbilidad es el principal factor predictivo de mortalidad después de cirugía no cardíaca, pero se encontraron nuevas asociaciones entre hipotensión intraoperatoria, tiempo acumulado de profundidad hipnótica (se encontró que el tiempo acumulado de profundidad de BIS < 45 tuvo un riesgo relativo de muerte de 1.244/h) y la mortalidad medida a un año de la cirugía. El tipo y la duración de la cirugía, edad del paciente y otras variables demográficas no explicaron estos resultados.

Weldon et al⁽³⁾, evaluaron las interrelaciones entre profundidad anestésica en cirugía mayor electiva y mortalidad durante el primer año postoperatorio. Los datos del BIS se registraron en 907 pacientes adultos programados para cirugía mayor de al menos dos horas de duración. Se registró el porcentaje del tiempo donde el BIS fue < 40 , $40 - 60$ y > 60 . Un modelo de regresión logística reveló que el incremento en la edad ($p = 0.001$) y menores valores de BIS ($p = 0.001$), se asociaron independientemente con altas tasas de mortalidad. Estos hallazgos sugieren que el mantener una mayor profundidad anestésica en pacientes mayores de 40 años, puede asociarse con altas tasas de mortalidad a un año de la cirugía.

Este estudio⁽³⁾ fue el primero en asociar el efecto de los anestésicos con el riesgo de muerte durante el primer año después de la cirugía. El estudio realizado en casi 1,000 pacientes sometidos a cirugía mayor no cardíaca, investigó las interrelaciones probables entre profundidad hipnótica anestésica (medida por el BIS) y disfunción cognitiva postoperatoria. Inesperadamente, se encontraron que el nivel del efecto hipnótico (profundidad acumulativa en el BIS), fue un predictor significativo de muerte durante el primer año de la cirugía. El análisis multivariado demostró que este efecto fue independiente de la comorbilidad y la edad. Otro estudio realizado por Lennmarken et al⁽⁴⁾, demostró conclusiones casi idénticas. Adicionalmente, un estudio retrospectivo

tivo de mortalidad ajustado a riesgos (2001 MEDPAR file) de más 4,500 instituciones en los EUA y 1.6 millones de ingresos sugirió que los hospitales que utilizan el BIS de manera rutinaria tienen menor mortalidad a un año de la cirugía⁽¹⁾.

Indudablemente que estudios adicionales tendrán que verificar estos hallazgos y sopesar algunas de las limitantes inherentes a estos trabajos. La titulación de los anestésicos podría afectar la mortalidad, pero debe reconocerse que existen otros factores (como la administración de β bloqueadores), que podría haber disminuido los requerimientos anestésicos aparentes y contribuir a estas observaciones. Adicionalmente, la dosis total de los anestésicos no fue medida en ninguno de estos estudios, y no se puede excluir la posibilidad de que los pacientes que murieron hubieran demostrado un incremento en la susceptibilidad a los anestésicos, lo cual pudo haber ocasionado menores valores de BIS. Explicaciones alternativas a los hallazgos del estudio MEDPAR, deberían incluir las características de los hospitales, técnicas específicas y políticas y procedimientos rutinarios entre otros factores.

El mensaje de estos estudios es importante y sugiere que el manejo anestésico directa o indirectamente, puede atribuir a la biología de eventos adversos remotos, y que el anestesiólogo puede ser capaz de influir en el desenlace a largo plazo al ajustar los anestésicos y regímenes adyuvantes durante la cirugía. Otras observaciones en apoyo a esta noción fueron publicadas por Steen et al desde 1978, en el que informaron una fuerte correlación entre el tiempo bajo anestesia y la frecuencia de reinfarto del miocardio⁽⁵⁾.

¿Es el BIS un monitor de seguridad en anestesia? Más generalmente, ¿deberíamos monitorizar el EEG intraoperatorio o no? Podemos responder esto en adultos al preguntarnos si el costo de la tecnología es razonable, si proporciona al encargado con información útil y si los datos disponibles a la fecha sugieren que la tecnología influye en el desenlace tanto a corto como a largo plazo. ¿Son los datos lo suficientemente fuertes en la población pediátrica para endosar una recomendación similar? En pacientes pediátricos mayores de 1 año, la tecnología parece desempeñarse de una manera similar a la población adulta pero se requieren de más datos que apoyen esta conclusión.

REFERENCIAS

1. Monk, T, Sigl J, Weldon BC. Intraoperative BIS utilization is associated with reduced one-year postoperative mortality. *Anesthesiology* 2003;99(Suppl):A1361.
2. Monk TG, Saini V, Weldon BC, Sigl JC. Anesthetic Management and One-Year Mortality After Noncardiac Surgery. *Anesth Analg* 2005;100:4-10.
3. Weldon C, Mahla ME, Van der Aa MT, Monk TG. Advancing age and deeper intraoperative anesthetic levels are associated with higher first year death rates. *Anesthesiology* 2002;97 (Suppl):A1097.
4. Lennmarken C, Lindholm, ML, Greenwald SD, Sandin R. Confirmation that low intraoperative BIS^a levels predict increased risk of postoperative mortality. *Anesthesiology* 2003;99 (Suppl):A303.
5. Steen PA, Tinker JH, Tarhan S. Myocardial reinfarction after anesthesia and surgery. *JAMA* 1978;239:2566-70.

