

## ORIGINAL

### Monitorización de la sedación profunda. El monitor BIS®

S. Saboya Sánchez<sup>a</sup>, A. Martín Vivas<sup>b</sup>, J.A. Silva Obregón<sup>c,\*</sup>, M.Á. Romera Ortega<sup>a</sup>,  
C. Chamorro Jambrina<sup>a</sup>, I. La Torre Marco<sup>a</sup> y E. Camarero Jorge<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital Universitario Puerta de Hierro-Majadahonda. Madrid. España.

<sup>b</sup>Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital de Alcorcón. Madrid. España.

<sup>c</sup>Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital Universitario de Guadalajara. Guadalajara. España.

Aceptado para su publicación el 31 de agosto de 2009.

#### PALABRAS CLAVE

BIS;  
Índice biespectral;  
Sedación;  
Sedantes;  
Paciente crítico;  
Monitorización

#### Resumen

La correcta monitorización de la analgesia y la sedación debe ser uno de los objetivos principales en las Unidades de Cuidados Intensivos. Una vez asegurada la analgesia, la correcta dosificación de los sedantes va a depender de la monitorización correcta del nivel de sedación. Desde hace años se han utilizado sistemas de monitorización basados en escalas. Estas escalas son adecuadas para la monitorización de la sedación superficial, pero no son capaces de evaluar el grado de sedación en pacientes profundamente sedados o con bloqueantes neuromusculares en perfusión continua. Actualmente disponemos de diferentes sistemas de monitorización que nos facilitan llegar donde las escalas no alcanzan. En este capítulo revisaremos el monitor más empleado en la actualidad en las Unidades de Cuidados Intensivos, y el recomendado por el grupo de trabajo de Sedación y Analgesia de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC) para la monitorización de la sedación profunda, el Monitor BIS®.

© 2009 Elsevier España, S.L. y SEEIUC. Todos los derechos reservados.

#### KEYWORDS

BIS;  
Bispectral index;  
Sedation;  
Sedatives;  
Critical patient;  
Monitoring

#### Monitoring of deep sedation. The BIS® monitor

#### Abstract

Adequate monitoring of analgesia and sedation should be one of the main goals in the Intensive Care Units. Once the analgesia is assured, the correct dosage of the sedatives will depend on the correct monitoring of the sedation level. For years, clinical scales have been used to evaluate the sedation level. These scales are appropriate for the evaluation of mild sedation but they cannot correctly evaluate deeply sedated patients or those patients who require continuous intravenous administration of neuromuscular blockade agents. In this chapter, we review the most used monitor to control the adequate level of sedation in the Intensive Care Units as well as the BIS® Monitor, which is the one recommended by the Analgesia and Sedation Work Group of the Spanish Society of Critical Care Medicine (SEMICYUC).

© 2009 Elsevier España, S.L. and SEEIUC. All rights reserved.

\*Autor para correspondencia

Correo electrónico: jasoeres@gmail.com (J.A. Silva Obregón)

## Introducción

El uso de fármacos sedantes y analgésicos forma parte habitual del tratamiento de los pacientes críticos y es especialmente importante en aquellos que requieren ventilación mecánica<sup>1,2</sup>.

Una vez garantizada una analgesia adecuada, la administración de fármacos sedantes pretende conseguir al menos tres objetivos: a) disminuir la respuesta al estrés y proporcionar la comodidad al paciente, b) conseguir que el enfermo tolere las técnicas requeridas para su cuidado y/o tratamiento, y c) fines terapéuticos<sup>3,4</sup>.

Para realizar una adecuada analgesia y sedación de los pacientes es importante conocer a la perfección la medicación que se emplea. Una mala decisión en la elección del fármaco o la dosis empleada pueden influir negativamente en la evolución de los pacientes<sup>5</sup>.

Una vez seleccionado el fármaco apropiado, hay que revisar de forma periódica el grado de profundidad de sedación deseado y ajustar la dosis de sedante para asegurar que el paciente reciba la dosis mínima necesaria para conseguir unos objetivos predefinidos e individualizados<sup>6,7</sup>. Con estos ajustes periódicos y protocolizados pueden preverse tanto la infra como la sobredosificación, con lo que se evita aumentar la morbilidad<sup>8,9</sup> y, probablemente, la mortalidad de los pacientes críticos.

## Monitorización de la sedación

Un inadecuado control de la sedación, por defecto, puede asociarse con agitación, desadaptación de la ventilación mecánica y un riesgo potencial de autorretirada del tubo endotraqueal, de sondas, catéteres, etc.<sup>10</sup>. En el extremo contrario está la sobredosificación, que se acompaña de retrasos en el despertar, prolongación del tiempo de ventilación mecánica y de la estancia del paciente en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), con aumento en la morbimortalidad de los pacientes<sup>11,12</sup>. No se debe confundir el concepto de sedación profunda con el de sobredosificación ya que, como hemos explicado anteriormente, esto puede tener consecuencias graves para el paciente.

Para el personal de enfermería que cuida y vigila a los pacientes críticos, encontrar un equilibrio entre proporcionar comodidad al enfermo y evitar la sobredosificación debe ser uno de los objetivos principales. Este equilibrio puede conseguirse mediante una monitorización adecuada de la sedación. En la actualidad disponemos de métodos subjetivos, empleados para la monitorización de la sedación superficial, y de métodos objetivos útiles en la monitorización de la sedación profunda.

### Monitorización de la sedación superficial. Escalas de sedación

Existen más de 30 escalas descritas. En todas ellas se incluye la valoración del nivel de conciencia ante estímulos externos<sup>13,14</sup>.

Las escalas de Ramsay<sup>15</sup> (tabla 1) y RASS (*Richmond Agitation-Sedation Scale*)<sup>16</sup> (tabla 2) son las más difundidas y utilizadas en los estudios de sedoanalgesia en pacientes críti-

**Tabla 1** Escala de sedación de Ramsay

1. Paciente ansioso y agitado
2. Paciente colaborador, orientado y tranquilo
3. Paciente dormido, que obedece a órdenes
4. Paciente dormido, con respuestas a estímulos auditivos intensos
5. Paciente dormido, con respuestas mínimas a estímulos
6. Paciente dormido, sin respuestas a estímulos

Adaptada de Ramsay M, et al<sup>15</sup>.

**Tabla 2** Escala RASS de sedación-agitación (de Richmond)

- [+4] Combativo. Ansioso, violento
- [+3] Muy agitado. Intenta retirarse los catéteres, el tubo orotraqueal, etc.
- [+2] Agitado. Movimientos frecuentes, lucha con el respirador
- [+1] Ansioso. Inquieto, pero sin conducta violenta ni movimientos excesivos
- [0] Alerta y tranquilo
- [-1] Adormilado. Despierta a la voz, mantiene los ojos abiertos más de 10 seg
- [-2] Sedación ligera. Despierta a la voz, no mantiene los ojos abiertos más de 10 seg
- [-3] Sedación moderada. Se mueve y abre los ojos a la llamada, no dirige la mirada
- [-4] Sedación profunda. No responde a la voz, abre los ojos a la estimulación física
- [-5] Sedación muy profunda. No respuesta a la estimulación física

Adaptada de Sessler CN, et al<sup>16</sup>.

RASS: *Richmond Agitation-Sedation Scale*.

cos. La escala RASS se desarrolló específicamente para las UCI y la Ramsay fue, posteriormente a su creación, validada para estas unidades<sup>17</sup>. La escala RASS, actualmente, es la recomendada por el grupo de trabajo de sedación de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC) por su relación con las escalas de evaluación del delirio en los pacientes críticos<sup>18</sup>.

### Monitorización de la sedación profunda

Las escalas de sedación son los instrumentos más útiles para la monitorización de la sedación superficial pero no se pueden aplicar a pacientes en tratamiento con bloqueantes neuromusculares (BNM) ni son válidas para la monitorización de la sedación profunda<sup>19</sup>. En la actualidad hay varios dispositivos de monitorización de la sedación profunda basados en sistemas de interpretación electroencefalográfica (BIS®, Entropía, SEDLine o PSA, Narcotrend, Cerebral State Monitor [CSM], Snap Monitor), potenciales evocados, o ambos (A-Line AEP Monitor/ 2).

**El monitor BIS®**

En la actualidad, el monitor BIS® es el más usado, con el que mayor experiencia hay, y además está aprobado por la FDA (*Food and Drug Administration*) para la monitorización de la profundidad anestésica mediante el análisis biespectral del electroencefalograma (EEG) (Aspect Medical Systems™ Inc., Natick, MA) ([www.biseducation.com](http://www.biseducation.com)).

La monitorización con el Monitor BIS® (fig.1) se inicia con la adquisición de múltiples parámetros electroencefalográficos y, tras su análisis posterior, ofrece un valor numérico o índice biespectral (BIS) que oscila entre 0 (silencio eléctrico cerebral) y 100 (paciente despierto)<sup>20</sup>. Este índice da una medida objetiva, de manera inmediata y continua, sobre el efecto hipnótico o sedante de los diferentes fármacos que se emplean para la sedación de los pacientes (fig. 2).

Además de un monitor donde se realiza el procesamiento de las señales y donde aparecen detallados múltiples parámetros, se precisa de un convertidor digital de señal (DSC), que amplifica y digitaliza las señales electroencefalográficas para una mejor interpretación de las mismas por parte del monitor.

Finalmente, el DSC se une a un sensor que capta las señales electroencefalográficas (fig. 3). Hay diferentes sensores, tanto para su aplicación en pacientes pediátricos como en adultos (Quatro® y Extend®). En España, para su utilización en pacientes adultos, disponemos del sensor Quatro®. Este sensor consta de cuatro electrodos numerados, compuestos de plata/cloruro de plata, que se colocan en la frente del paciente; no contiene látex, es desechable y se recomienda su sustitución a las 24 horas cambiándole de posición siempre que sea posible.

En la actualidad, Aspect Medical Systems™ posee un nuevo sensor (Sensor Bilateral®). Dicho sensor consta de 6 electrodos con los que se monitorizan ambos hemisferios cerebrales. No sólo nos informará de la asimetría en la actividad entre uno y otro hemisferio cerebral, sino que además se podrá ver mediante la representación de la matriz de densidad espectral (representación bidimensional en la que la distribución de la potencia de ambos hemisferios se representa mediante una escala de densidad de color). También se podrá realizar una monitorización continua de la actividad del EEG mediante 4 canales, en lugar de un único canal (figs. 4 y 5)

*Preparación y colocación del sensor.* Para una monitorización correcta y poder interpretar de forma adecuada los datos obtenidos, es imprescindible elegir bien la zona donde situar el sensor. Hay que tener en cuenta que la presencia de lesiones cerebrales, subyacentes al lugar de colocación, pueden artefactar el valor del BIS. Por ello, en caso de lesión cerebral unilateral, el sensor debe colocarse siempre en el lado sano. El peor escenario podría estar en pacientes con lesiones cerebrales bifrontales aunque hay estudios que validan colocaciones alternativas a la recomendada, como el realizado por Shiraiishi et al, que compara la colocación frontal del sensor con la occipital observando una buena correlación entre ambas posiciones<sup>21</sup>.

Tras la adecuada elección de la zona, antes de colocar el sensor, debe realizarse una preparación minuciosa de la piel. Primero se limpia suavemente la zona de colocación con una gasa mojada en alcohol y se deja secar. A continua-



**Figura 1** Monitores BIS VISTA® y BIS XP®. (Fotografías cedidas por Aspect Medical System™).

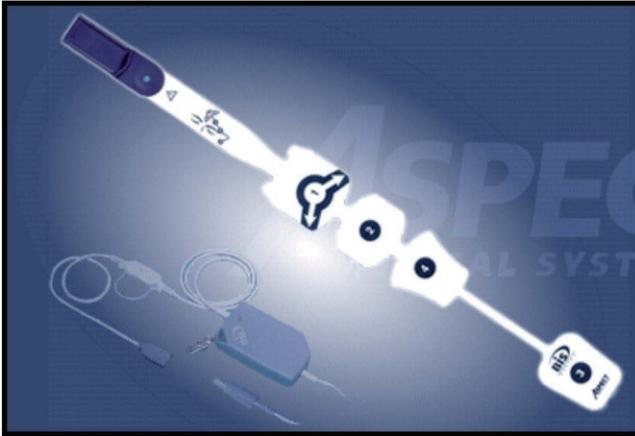
**Guía de intervalos del BIS**



**Figura 2.** Grados de profundidad según valor BIS. (Figura cedida por Aspect Medical Systems™). BIS: índice biespectral; EEG: electroencefalograma.

ción, se coloca el sensor siguiendo las instrucciones del fabricante indicadas en el envoltorio. En primer lugar, se sitúa el electrodo número 4 con la curvatura paralela a la ceja y, posteriormente, los electrodos 2 y 1 respectivamente, de tal forma que este último quede aproximadamente 5 cm sobre el puente de la nariz. Finalmente, se pone el electrodo número 3, a la altura de la línea imaginaria que une ambos ojos y a media distancia entre el ángulo externo del ojo y la parte anterior de la raíz del pelo. Como se observa en la figura, el sensor debe quedar oblicuo y no paralelo a las cejas (fig. 6).

Una vez colocado el sensor, se aplica presión a la parte más externa de cada electrodo para conseguir la correcta adhesión del mismo. Tras asegurarnos de que cada electro-



**Figura 3** Sensor Quatro® y DSC. (Fotografías cedidas por Aspect Medical System™).

do se encuentra bien pegado, finalmente se aplica presión en el centro del mismo, durante 2-5 segundos, hasta hacer salir el gel conductor que contiene cada uno de ellos. Posteriormente, conectaremos el sensor a la unidad DSC y ésta al monitor. Es importante recordar que la unidad DSC se debe situar en la cabecera del paciente ya que es la unidad que recibe las señales del EEG. De esta forma se reduce la posibilidad de interferencias.

**Verificación de la colocación.** Una vez puesto el sensor, comienza la prueba de impedancia (resistencia que ofrece la piel a cada uno de los electrodos). La monitorización no se inicia hasta que en la pantalla del monitor se lee “aprobado” sobre cada electrodo. Puede ocurrir que, en vez de aprobado, se lea “alto” o “ruido”. En el primer caso será necesario presionar de nuevo sobre cada electrodo. En caso de “ruido”, se deben revisar todas las conexiones.

**El monitor BIS® de Aspect Medical Systems™.** Desde su desarrollo inicial, los diferentes monitores han ido evolucionando. El monitor A-2000® permitió un avance en la mo-

nitización de la sedación. Posteriormente, el Monitor XP® ofreció la ventaja de un análisis mejorado, librando de parte de los artefactos electromiográficos, y permitiendo su empleo incluso en situaciones de sedación superficial. En la actualidad, el nuevo monitor VISTA® dispone de una pantalla en color, táctil, y una mejora del software para la disminución de los artefactos electromiográficos (fig. 1).

En los monitores XP® y VISTA® (según el sistema operativo base del monitor) los parámetros más importantes son:

1. **Índice biespectral (BIS).** Se muestra (según miramos al monitor) en la esquina superior izquierda de la pantalla. El valor del BIS, aunque no aparece de forma inmediata, ya que precisa filtrar una mínima cantidad de EEG libre de artefacto, nos da información del estado del EEG en los últimos segundos (tiempo que depende de la tasa de atenuación fijada, que suele ser inferior a 7,5 seg). Este índice está íntimamente relacionado con el índice de calidad de la señal, con el electromiograma y, a la hora de interpretar el valor, se deben tener en cuenta ambos parámetros. El valor numérico del BIS oscila entre 0 (silencio eléctrico cerebral) y 100 (paciente despierto y alerta). Se considera que valores por debajo de 60 se asocian a escasa probabilidad de estar consciente.
2. **Índice de calidad de la señal (ICS).** Este índice se representa mediante un gráfico de barra en la parte superior derecha de la pantalla e indica el porcentaje de segmentos de EEG medidos en los últimos 60 segundos. La barra gráfica desciende si aumenta el número de artefactos. En estos casos, al ir desechando los segmentos artefactados, precisa de mayor tiempo para interpretar la señal correctamente. No obstante, la fiabilidad del valor BIS no se ve afectada aunque da información del estado del paciente hace más tiempo. El propio monitor avisa de dicho problema:

- a) Cuando el ICS es >50, el BIS se ilumina en amarillo (normal).
- b) Si el ICS está entre 15-50, el BIS se muestra hueco. Esto no significa que no sea válido aunque debe interpretarse con precaución y la señal puede perderse si la situación no se corrige.
- c) Si el ICS es < 15 no se muestra valor de BIS.



**Figura 4** Sensor Bilateral® y Monitor Vista®. Monitorización del hemisferio izquierdo. (Fotografías cedidas por Aspect Medical System™).



Figura 5 Sensor Bilateral® y nuevo Monitor Vista® (pendientes de comercialización).

3. *Electromiograma (EMG)*. También se representa mediante un gráfico de barra que se sitúa debajo del gráfico del ICS e indica la actividad muscular y otros artefactos de alta frecuencia, como movimiento excesivo del paciente, que interfieren en la recepción de la señal del EEG y artefactan el valor del BIS dando valores falsamente elevados<sup>22</sup>. Es importante tener en cuenta que no hay una proporcionalidad entre el artefacto electromiográfico y la elevación del BIS; además, esta sobreestimación desaparece tras la administración de un BNM<sup>3</sup>. Por otro lado, a diferencia del ICS, el descenso o desaparición de la señal gráfica del EMG significa una mayor fiabilidad en los valores del BIS. Pero no todo son inconvenientes y mirándolo desde otro punto de vista, el EMG puede dar información sobre otros parámetros de confort del paciente. Así, el aumento de la actividad muscular a nivel frontal produce un artefacto electromiográfico que es detectado por el monitor y podría reflejar el nivel de dolor.

4. *Tasa de supresión (TS)*. El valor numérico de la TS se muestra en la esquina superior derecha de la pantalla del monitor y representa el porcentaje de tiempo de supresión del EEG en los últimos 63 segundos; es decir, el tiempo en que permanece el EEG en silencio eléctrico. Por ejemplo, si en los últimos 63 segundos el 25% del EEG ha estado en silencio eléctrico, la TS será de 25. En la mayor parte de los casos, la TS aparece con cifras de BIS alrededor de 30 a 35; además, el valor del BIS comienza a descender hacia 0 a medida que la TS va aumentando hasta a 100<sup>24</sup>.

*La monitorización del BIS en otros monitores.* La monitorización con BIS® también está disponible en forma modular, integrado dentro de algunos monitores de cabecera (Philips®, Datascope®, Datex Ohmeda®, Dräger® y otros). El sensor empleado, en España, es el descrito previamente (Sensor Quatro®). La diferencia es que en algunos monitores, como por ejemplo Philips® y Dräger®, la información de los diferentes parámetros, incluido el EMG y el ICS, viene dada sólo numéricamente.

#### Utilidad clínica de la monitorización del BIS

*Sedación profunda.* Como hemos descrito previamente, el BIS (valor BIS) es un “número”, derivado del análisis biespectral del EEG y, como otros parámetros monitorizados en el

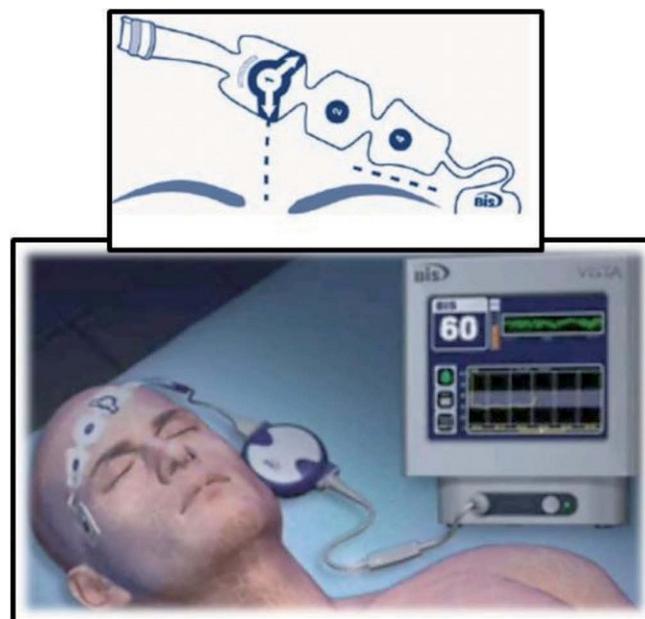


Figura 6 Colocación del Sensor Quatro®. (Fotografías cedidas por Aspect Medical Systems™).

paciente crítico, requiere una interpretación clínica correcta especialmente en aquellos casos en los que puede haber artefactos (EMG y/o ICS).

El BIS aporta información, de una manera continua y expresada mediante una escala numérica, sobre el nivel de profundidad de sedación (fig. 2). Este parámetro, como ya se ha mencionado previamente, puede oscilar entre 0 y 100, con diferentes rangos dependiendo de la profundidad de sedación alcanzada.

En aquellos pacientes críticos que precisan sedación profunda, se recomienda mantener un rango de valor BIS que asegure que el enfermo mantiene una sedación adecuada, logrando además inhibir el recuerdo. Este hecho cobra especial importancia en los enfermos que precisan del empleo de BNM, principalmente en perfusión continua. En estos casos, es imposible realizar una adecuada monitorización de la sedación sólo mediante escalas y el paciente, al estar relajado, puede sufrir períodos de despertar y/o sobreseda-

ción y pasar inadvertidos. Se considera que este objetivo de sedación se logra manteniendo un BIS® en un rango entre 40-60<sup>25</sup>.

Se considera que los pacientes con valores de BIS < 40 están sobredados. Aunque estos enfermos también pueden encontrarse desadaptados de la ventilación mecánica, con estos niveles de sedación se deben buscar otros factores diferentes a una insuficiente sedación. En este sentido, se debería hacer especial hincapié en excluir que el paciente esté "infraanalgesiado" y, a la vez, descartar otras circunstancias que precisen otro tipo de tratamiento que no sea la administración de sedantes (revisión de los parámetros de la ventilación mecánica, corrección de la hipercarbia, necesidad de administración de BNM en perfusión continua, etc.). No se debe caer en el error de sobredar a los pacientes puesto que también tiene efectos adversos (retardo en el despertar, prolongación del tiempo de ventilación mecánica, etc.) y quizá pueda asociarse con un aumento en la morbimortalidad. Estudios recientemente publicados han observado que aquellos pacientes que durante un procedimiento anestésico han tenido valores de BIS por debajo de 40-45 poseen un aumento de la mortalidad al año<sup>26-28</sup>, e incluso a los 2 años, aunque esta última diferencia no alcanzó significación estadística<sup>29</sup>.

Estos estudios nos ponían sobre aviso acerca de las posibles consecuencias que podrían derivarse de mantener estos valores de BIS en pacientes críticos donde los tiempos de sedación son mucho más prolongados. En la actualidad y tras la publicación del primer estudio en pacientes críticos donde se observa que la aparición de períodos de brote-supresión (es decir, TS), es un predictor independiente del aumento de riesgo de muerte a los 6 meses<sup>30</sup>, hace obligado no sólo el desarrollo de estudios prospectivos más amplios para verificar dicho hallazgo, sino que nos replanteemos a diario y en cada enfermo si el grado de sedación es el adecuado, y sobre todo, si precisa una monitorización continua del nivel de sedación para intentar evitar un posible aumento en la mortalidad derivado de la sobredación.

**Pacientes neurológicos.** También en los pacientes neurológicos es imprescindible la monitorización de la sedación. Aunque en este tipo de enfermos pudiera haber dudas en la utilidad de la monitorización con BIS, su empleo ha sido validado<sup>31</sup>. No obstante, se recomienda tomar alguna precaución, específica en este tipo de enfermos, como no colocar el sensor en aquellas zonas donde haya un daño cerebral subyacente salvo para evaluar otras variables que no sean las del nivel de sedación (por ejemplo, actividad epileptiforme).

1. **Coma barbitúrico.** Aunque el coma barbitúrico es un tema controvertido, las últimas guías de la *Brain Trauma Foundation* siguen recomendándolo en aquellos pacientes en los que todas las medidas terapéuticas médicas y quirúrgicas se han agotado. Además, se hace hincapié en asegurar la estabilidad hemodinámica de los pacientes antes y durante el coma barbitúrico<sup>32</sup>.

No hay relación directa entre la dosis de barbitúrico y los niveles plasmáticos. Además, a pesar de tener unos niveles plasmáticos adecuados, éstos no se correlacionan con el patrón de brote-supresión y tampoco con el control de la presión intracraneal (PIC). Por este motivo, para mantener un

adecuado balance entre los efectos beneficiosos y adversos derivados del empleo de barbitúricos, es imprescindible realizar desde el inicio del tratamiento una monitorización de su efecto mediante electroencefalografía continua.

En la actualidad, no siempre se puede obtener un EEG continuo y, por tanto, el empleo del Monitor BIS® es la manera más sencilla, rápida, y sobre todo factible, de monitorizar a estos pacientes críticos.

En los pacientes que precisen barbitúricos, el primer objetivo será el control de la PIC. En caso de no lograrse este objetivo, se debe profundizar el coma teniendo en cuenta que la presencia de 3-5 períodos de brote-supresión en el EEG marca un límite definido en el manejo de este tipo de pacientes. Una vez alcanzado dicho nivel de actividad eléctrica cerebral, se considera que se ha obtenido el beneficio máximo en cuanto a la inhibición del metabolismo y la reducción del flujo sanguíneo cerebral<sup>32</sup>. Diversos estudios han demostrado que valores de BIS entre 10-25 y TS entre 50-75 se relacionan con 3-5 períodos de brote-supresión<sup>33-35</sup>.

2. **Detección de muerte encefálica.** Al igual que en la evaluación del grado de sedación, resulta intuitivo pensar que en determinados casos, como en pacientes próximos a la muerte encefálica, el empleo de la monitorización BIS® puede ser útil. De hecho, su aplicación ha sido demostrada en varios estudios<sup>36-38</sup>. Aunque, en la actualidad, el BIS no está aceptado como prueba complementaria en el diagnóstico legal de la muerte encefálica, la ventaja de su empleo es clara: facilidad de monitorización y de interpretación. Recordar que silencio eléctrico equivale a BIS 0 y TS 100%.

3. **Utilidad en status epilepticus.** Teóricamente, la monitorización continua del EEG es obligada para el manejo de los pacientes en *status epilepticus*. Sin embargo, no siempre se puede tener acceso a dicha monitorización las 24 horas del día, y mucho menos de manera continua. Eso hace que en ocasiones no sepamos exactamente qué es lo que está ocurriendo, especialmente cuando el *status epilepticus* es "no convulsivo", con lo que el tratamiento puede retrasarse u omitirse. El monitor BIS® puede ser una ayuda en estas circunstancias, puesto que nos ofrece la posibilidad de monitorizar de manera continua el patrón EEG, si bien la interpretación de las ondas EEG es compleja. Aunque su uso no se ha validado en estudios clínicos, sí hay publicaciones aisladas que muestran su utilidad y quizá tenga un mayor valor en aquellos pacientes en los que se sospeche un *status epilepticus* "no convulsivo"<sup>39</sup>. En estos pacientes, la monitorización con BIS® puede mostrar una disociación entre la situación clínica (bajo nivel de conciencia-coma) y el BIS, apreciando un valor del BIS elevado (> 60) incluso con TSy, sin embargo, el paciente no responder a estímulos intensos<sup>40</sup>. Paradójicamente, en estas situaciones, la administración de propofol puede hacer que el paciente recobre el nivel de conciencia, al yugular la crisis, observándose una disminución en el valor del BIS (experiencia personal no publicada).

4. **Pronóstico neurológico.** Otro aspecto fundamental en la práctica clínica diaria en las UCI es la valoración del pronóstico, especialmente en aquellos pacientes con situaciones neurológicas comprometidas. Existen estudios que

abren las puertas hacia la investigación en cuanto al pronóstico neurológico de los pacientes críticos una vez pasada la fase aguda<sup>41</sup>.

*Valoración del dolor.* La evaluación del dolor, sobre todo en pacientes sedados, es difícil. Quizá en un futuro la monitorización pueda hacerse de una manera objetiva<sup>42</sup>. En este aspecto ya hay algún estudio<sup>43</sup>.

## Conclusiones

En la actualidad, la monitorización del BIS® está ampliamente validada por múltiples estudios tanto en el campo de la anestesia como en las UCI<sup>44,45</sup>. Se ha demostrado su beneficio en la monitorización continua de la sedación profunda con la mayoría de los sedantes habitualmente empleados en las UCI, excluyendo la ketamina y otros sedantes que actúan sobre los receptores NMDA<sup>46</sup>, y puede ser útil en la valoración del dolor o el manejo de pacientes neurocríticos.

Sin embargo, hay estudios que ponen en duda su empleo<sup>47-49</sup>, aunque en ellos, la falta de correlación se suele deber a que el BIS está artefactado por la actividad electromiográfica. De hecho, cuando esta actividad electromiográfica desaparece, la correlación entre BIS y grado de sedación se recupera<sup>50,51</sup>. Por ello, al igual que con cualquier otro sistema de monitorización a la hora de tomar decisiones, se deben tener en cuenta otros parámetros clínicos, no simplemente el valor numérico del BIS, ya que puede encontrarse artefactado por el EMG o el ICS. De esta manera, no se caerá en el error de otros autores que llegan a afirmar que la administración de BNM, a pacientes sedados superficialmente aumenta el grado de sedación<sup>52</sup>. En aquellas situaciones en las que el BIS se encuentre artefactado y se precise tomar una decisión, la valoración clínica y global del paciente (especialmente de la analgesia adecuada), junto con la administración puntual de BNM, si se cree imprescindible, nos ayudará a la hora de tomar la decisión correcta<sup>53</sup>. Aunque, en pacientes críticos, el empleo de BNM, especialmente en perfusión, conlleva un aumento de la morbilidad, probablemente la sobredosificación del enfermo sea peor que la administración puntual de los mismos.

## Bibliografía

1. Wong C, Burry L, Molino-Carmona S, Leo M, Tessler J, Hynes P, et al. Analgesic and sedative pharmacology in the intensive care unit. *Dynamics*. 2004;15: 23-6.
2. Nasraway SA Jr, Jacobi J, Murray MJ, Lumb PD. Sedation, analgesia and neuromuscular blockade of the critically ill adult: revised clinical practice guidelines for 2002. *Crit Care Med*. 2002;30:117-8.
3. Durbin CG. Sedation in the critically ill patient. *New Horizons*. 1994;2:64-74.
4. Young C, Knudsen N, Hilton A, Reves JC. Sedation in the Intensive Care Unit. *Crit Care Med*. 2000;28:854-66.
5. Chamorro C, Romero MA, Silva JA. La importancia de la sedoanalgesia en los pacientes ventilados mecánicamente. *Med Intensiva*. 2003;Suppl1:2-4.
6. Barr J, Donner A. Optimal intravenous dosing strategies for sedatives and analgesics in the intensive care unit. *Crit Care Clin*. 1995;11:827-47.
7. Mondello E, Sliotti R, Gravino E, Coluzzi F, David T, Snardi AU. Sedation monitoring in ICU. *Minerva Anestesiol*. 2005;71:487-96.
8. Cremer OL, Moons KG, Bouman EA, Kruijswijk JE, de Smet AM, Kalkman CJ. Long-term propofol infusion and cardiac failure in adult head-injured patients. *Lancet*. 2001;357:117-8.
9. Fiker RR, Fraser GL. Adverse events associated with sedatives, analgesics, and other drugs that provide patient comfort in the intensive care unit. *Pharmacotherapy*. 2005;25:8S-18S.
10. Woods JC, Mion LC, Connor JT, Viray F, Jahan L, Huber C, et al. Severe agitation among ventilated medical intensive care unit patients: frequency, characteristics and outcomes. *Intensive Care Med*. 2004;30:1066-72.
11. Burchardi H. Aims of sedation / analgesia. *Minerva Anestesiol*. 2004;70:137-43.
12. Hynes-Gay P, Leo M, Molino-Carmona S, Tessler J, Wong C, Burry L, et al. Optimizing sedation and analgesia in mechanically ventilated patients—on evidence-based approach. *Dynamics* 2003;14:10-3.
13. Carrasco G. Instruments for monitoring intensive care unit sedation. *Crit Care*. 2000;4:217-25.
14. Watson BD, Kane —Gill SL. Sedation assessment in critically ill adults: 2001-2004 update. *Ann Pharmacother*. 2004;38:2898-906.
15. Ramsay M, Savege TM, Simpson BR, Goodwin R. Controlled sedation with alphaxalone-alphadolone. *BMJ*. 1974;22:656-9.
16. Sessler CN, Gosnell MS, Grap MJ, Brophy GM, O'Neal PV, Keane KA, et al. The Richmond Agitation-Sedation Scale: validity and reliability in adult intensive care unit patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166:1338-44.
17. Walsh TS, Ramsay P, Kinnunen R. Monitoring sedation in the intensive care unit: can "black boxes" help us? *Intensive Care Med*. 2004;30:1511-3.
18. Chamorro C, Martínez-Melgar JL, Barrientos R y Grupo de Trabajo de Analgesia y Sedación de la SEMICYUC. Monitorización de la Sedación. *Med Intensiva*. 2008;32Supl1:45-52.
19. Fraser GL, Fiker RR. Bispectral Index monitoring in the intensive care unit provides more signal than noise. *Pharmacotherapy*. 2005;25:19S-27S.
20. Johansen JW, Sebel PS. Development and clinical application of electroencephalographic bispectrum monitoring. *Anesthesiology*. 2000;93:1336-44.
21. Shiraishi T, Uchino H, Sagara T, Ishii N. A comparison of frontal and occipital bispectral index values obtained during neurosurgical procedures. *Anesth Analg*. 2004;98:1773-5.
22. Arbour R. Continuous nervous system monitoring, EEG, the bispectral index, and neuromuscular transmission. *AACN Clin Issues*. 2003;14:185-207.
23. Vivien B, Di Maria S, Ouattara A, Longeron O, Coriat P, Riou B. Overestimation of Bispectral Index in sedated intensive care unit patients revealed by administration of muscle relaxant. *Anesthesiology*. 2003;99:9-17.
24. Bader MK, Arbour R, Palmer S. Refractory increased intracranial pressure in severe traumatic brain injury: barbiturate coma and bispectral index monitoring. *AACN Clin Issues*. 2005;16:526-41.
25. Wagner BK, Zavotsky KE, Sweeney JB, Palmer BA, Hammond JS. Patient recall of therapeutic paralysis in a surgical critical care unit. *Pharmacotherapy*. 1998;18:358-63.
26. Weldon BC, Mahla ME, Van der Aa MT, Monk TG. Advancing age and beeper intraoperative anesthetic levels are associated with higher first year death rates. *Anesthesiology*. 2002;96:A1097.
27. Lennmarken C, Lindholm ML, Greenwald SD, Sandin R. Confirmation that low intraoperative BIS levels predict increased

- risk of post-operative mortality. *Anesthesiology*. 2003;99:A303.
28. Monk TG, Saini V, Weldon BC, Sgl JC. Anesthetic management and one-year mortality after noncardiac surgery. *Anesth Analg*. 2005;100:4-10.
  29. Lindholm ML, Träff S, Granath F, Greenwald SD, Ekbohm A, Lennmarken C, et al. Mortality within 2 years after surgery in relation to low intraoperative bispectral index values and preexisting malignant disease. *Anesth Analg*. 2009;108:508-12.
  30. Watson PL, Shintani AK, Tyson R, Pandharipande PP, Pun BT, Ely EW. Presence of electroencephalogram burst suppression in sedated, critically ill patients is associated with increased mortality. *Crit Care Med*. 2008;36:3171-7.
  31. Deogaonkar A, Gupta R, DeGeorgia M, Sabharwal V, Gopakumar B, Schubert A, et al. Bispectral index monitoring correlates with sedation scales in brain-injured patients. *Crit Care Med*. 2004;32:2403-6.
  32. Brain Trauma Foundation; American Association of Neurological Surgeons; Congress of Neurological Surgeons; Joint Section on Neurotrauma and Critical Care, AANS/ CNS, Bratton SL, Chestnut RM, Ghajar J, McConnell Hammond FF, Harris OA, Hartl R, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. XI Anesthetics, Analgesics, and Sedatives. *J Neurotrauma*. 2007;24Suppl1:S1:S71-6.
  33. Márquez J, Chamorro C, Fomera MA, Silva JA. Control del coma barbitúrico. *Med Intensiva*. 2003;27:252.
  34. Jaggi P, Schwabe MJ, Gill K, Horowitz IN. Use of an anesthesia cerebral monitor bispectral index to assess burst suppression in pentobarbital coma. *Pediatr Neurol*. 2003;28:219-22.
  35. Riker RR, Fraser GL, Wilkins ML. Comparing the bispectral index and suppression ratio with burst suppression of the electroencephalogram during pentobarbital infusions in adult intensive care patients. *Pharmacotherapy*. 2003;23:1087-93.
  36. Okuyaz C, Birbicer H, Doruk N, Atici A. Bispectral index monitoring in confirmation of brain death in children. *J Child Neurol*. 2006;21:799-801.
  37. Vivien B, Paqueron X, Le Cosquer P, Langeron O, Coriat P, Riou B. Detection of brain death onset using the bispectral index in severely comatose patients. *Intensive Care Med*. 2002;28:419-25.
  38. Escudero D, Otero J, Muñoz G, Parra D, Cofiño L, Taboada J. Detección de muerte encefálica mediante monitorización BIS (índice bispectral). *Med Intensiva*. 2005;29:272-8.
  39. Tallach RE, Ball DR, Jefferson P. Monitoring seizures with the bispectral index. *Anaesthesia*. 2004;59:1033-4.
  40. Chamorro C, Fomera MA, Balandín B, Valdivia M. Nonconvulsive status and bispectral index. *Crit Care Med*. 2008;36:2218-9.
  41. Fàbregas N, Gambús PL, Valero R, Carrero EJ, Salvador L, Zavala E, et al. Can bispectral index monitoring predict recovery of consciousness in patients with severe brain injury? *Anesthesiology*. 2004;101:43-51.
  42. Pardo C, Muñoz T, Chamorro C; Analgesia and Sedation Work Group of SEMICYUC. Monitoring pain: recommendations of the Analgesia and Sedation Work Group of SEMICYUC. *Med Intensiva*. 2006;30:379-85.
  43. Greenwald SD, Fosow C. BIS and EMG Variability Increase before Somatic Responses during Surgery. *Anesthesiology*. 2006;105:A1027.
  44. De Deyne C, Struys M, Decruyenaere J, Creupelandt J, Hoste E, Colardyn F. Use of continuous bispectral EEG monitoring to assess depth of sedation in ICU patients. *Intensive Care Med*. 1998;24:1294-8.
  45. Simmons LE, Riker RR, Prato BS, Fraser GL. Assessing sedation during intensive care unit mechanical ventilation with the Bispectral Index and the Sedation-Agitation Scale. *Crit Care Med*. 1999;27:1499-504.
  46. Hirota K, Kubota T, Ishihara H, Matsuki A. The effects of nitrous oxide and ketamine on the bispectral index and 95% spectral edge frequency during propofol-fentanyl anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol*. 1999;16:779-83.
  47. Frenzel D, Greim CA, Sommer C, Bauerle K, Roewer N. Is the bispectral index appropriate for monitoring the sedation level of mechanically ventilated surgical ICU patients? *Intensive Care Med*. 2002;28:178-83.
  48. Tonner PH, Wei C, Bein B, Weiler N, Paris A, Scholz J. Comparison of two bispectral index algorithms in monitoring sedation in postoperative care patients. *Crit Care Med*. 2005;33:580-4.
  49. Nasraway SA Jr. The Bispectral Index: expanded performance for everyday use in the intensive care unit? *Crit Care Med*. 2005;33:685-7.
  50. Riess ML, Graefe UA, Goeters C, Van Aken H, Bone HG. Sedation assessment in critically ill patients with bispectral index. *Eur J Anaesthesiol*. 2002;19:18-22.
  51. Riker RR, Fraser GL. Sedation in the intensive care unit: refining the models and defining the questions. *Crit Care Med*. 2002;30:1661-3.
  52. Inoue S, Kawaguchi M, Sasaoka N, Hirai K, Furuya H. Effects of neuromuscular block on systemic and cerebral hemodynamics and bispectral index during moderate or deep sedation in critically ill patients. *Intensive Care Med*. 2006;32:391-7.
  53. Arbour R. Impact of bispectral index monitoring on sedation and outcomes in critically ill adults: a case series. *Crit Care Nurs Clin North Am*. 2006;18:227-41, xi.