



Contents lists available at ScienceDirect

Acta Colombiana de Cuidado Intensivo

journal homepage: www.elsevier.es/acci

Revisión

Utilización del índice bispectral (BIS®) en pacientes adultos bajo sedación profunda con ventilación mecánica en las unidades de cuidados intensivos

Use of the Bispectral Index (BIS®) in adult patients under deep sedation on mechanical ventilation in intensive care units

Álvaro Luis Ochoa Solana^{a,*}, Juan José Molina Acosta^b y Francisco José Molina Saldarriaga^c

^a Facultad de Medicina, Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad Pontificia Bolivariana, Clínica Universitaria Bolivariana y Clínica el Rosario, Medellín, Colombia

^b Facultad de Medicina, Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia

^c Facultad de Medicina, Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad Pontificia Bolivariana, Clínica Universitaria Bolivariana y Clínica SOMA, Medellín, Colombia

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Palabras clave:
Índice bispectral
Sedación
Escala RASS
Monitor BIS®

RESUMEN

La prevalencia de los niveles de sedación profunda varía entre el 35 y el 68% en pacientes adultos con ventilación mecánica, que se asocian a múltiples complicaciones, al aumento en la estancia hospitalaria y del costo, por lo que es imperativo el uso racional y seguro de la sedación. Describimos cómo utilizar el monitor BIS® y sus diferentes parámetros clínicos para el uso adecuado de la sedación en cuidado crítico. A su vez, hacemos una revisión de la literatura y demostramos con los diferentes estudios sus ventajas: primero, como complemento de la escala de agitación-sedación de Richmond (RASS), la BIS puede identificar con fiabilidad la sedación profunda; segundo, se asocia con una disminución del uso de medicamentos y de los costos; tercero, se relaciona con una reducción de las complicaciones médicas, como la depresión respiratoria, la aspiración, el delirio y las estancias prolongadas en UCI derivadas de la sedación excesiva.

ABSTRACT

The prevalence of deep sedation levels varies between 35 and 68% in adult patients with mechanical ventilation, which is associated with multiple complications, increased hospital stay and increased costs, making the rational and safe use of sedation imperative. We describe how to use the BIS® monitor, its different parameters of clinical use for the appropriate use of sedation in critical care. In turn, we review the literature demonstrating with different studies its advantages: first, as a complement to the Richmond Agitation Sedation Scale (RASS), the BIS can reliably identify deep sedation; second, it is associated with a decrease in the use of medications and costs; third, it is related to a reduction of medical complications such as respiratory depression, aspiration, delirium and prolonged ICU stays derived from excessive sedation.

Keywords:
Bispectral index
Sedation
RASS scale
BIS® monitor

Introducción

Los pacientes adultos críticamente enfermos con ventilación mecánica (VM) requieren agentes analgésicos y sedantes para aliviar la ansiedad, reducir el estrés, minimizar la incomodidad y el dolor del tubo endotraqueal, permitir intervenciones rutinarias en la unidad de cuidado intensivo (UCI), minimizar asincronías paciente-ventilador y prevenir daños relacionados con la agitación, mientras resuelve-

mos el proceso patológico subyacente. Todas las guías internacionales basadas en la evidencia con respecto a la sedación para pacientes con VM en UCI son consistentes en sus recomendaciones. Las guías estadounidenses, coreanas, sudamericanas, ibéricas, alemanas y del Reino Unido recomiendan una sedación ligera en lugar de profunda, a menos que sea clínicamente necesario¹⁻⁴.

Estudios controlados aleatorizados indican que la focalización en niveles de sedación ligera con prueba de despertar espontáneo reducen el uso de sedantes y acortan la duración de VM y de estancia en la UCI. Se entiende por sedación ligera la inducción de un estado libre de ansiedad, con el paciente tranquilo capaz de responder a órdenes^{5,6}. Sin

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: alvaro.ochoa@upb.edu.co (Á.L. Ochoa Solana).

<https://doi.org/10.1016/j.acci.2025.10.002>

Recibido el 16 de octubre de 2025; Aceptado el 18 de octubre de 2025

Disponible en Internet el xxx

0122-7262/© 2025 Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

Cómo citar este artículo: Á.L. Ochoa Solana, J.J. Molina Acosta and F.J. Molina Saldarriaga, Utilización del índice bispectral (BIS®) en pacientes adultos bajo sedación profunda con ventilación mecánica en las unidades de cuidados intensivos, Acta Colombiana de Cuidado Intensivo, <https://doi.org/10.1016/j.acci.2025.10.002>

Tabla 1

Escala de agitación-sedación de Richmond (RASS)

- + 4 Combativo: violento, riesgo para cuidadores
- + 3 Muy agitado: se quita dispositivos de monitorización y soportes
- + 2 Agitado: movimientos desordenados sin propósito, desacople con la ventilación mecánica
- + 1 Inquieto: ansioso
- 0 Despierto: tranquilo y colaborador
- 1 Somnoliento: Se despierta con contacto visual por más de 10 segundos
- 2 Sedación ligera: Despierta brevemente con contacto visual a voces por menos de 10 segundos
- 3 Sedación moderada: Movimiento o apertura ocular a voces, pero sin contacto visual
- 4 Sedación profunda: no hay apertura ocular a la voz, solo movimiento ocular y apertura al estímulo físico
- 5 No despierta. No responde a voces ni a estímulo físico

embargo, en la práctica clínica es difícil mantener con éxito un nivel ligero de sedación; la ansiedad del paciente, la disrupción de los ciclos de vigilia-sueño, el ruido en la UCI y las actividades derivadas de la atención clínica hacen que los niveles de sedación fluctúen mucho. Además, ciertas enfermedades ameritan el uso de niveles de sedación profunda^{1,7,8}.

Un elemento importante para mantener una sedación óptima es la evaluación continua de su profundidad, principalmente con el uso de escalas subjetivas, tales como la escala de agitación-sedación de Richmond (RASS) (tabla 1). Aunque las escalas validadas proporcionan una evaluación estandarizada de los niveles de sedación, su naturaleza intermitente dificulta su capacidad para detectar una sedación profunda no deseada; adicionalmente, hay una importante variabilidad interobservador¹.

Algunos datos derivados de estudios observacionales indican que la prevalencia de niveles de sedación profunda varía entre el 35 y el 68% en pacientes adultos con VM y, a su vez, estos niveles profundos de sedación se asocian a múltiples complicaciones y al aumento en la estancia hospitalaria y del costo, por lo que es imperativo el uso racional y seguro de la sedación⁹.

Por otra parte, el nivel apropiado de sedación basado en escalas clínicas es difícil de mantener en grados más altos de sedación (sedación profunda) en especial en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda, que obligan con frecuencia a usar relajantes musculares. Algunos informes de casos de pacientes químicamente paralizados pero despiertos describen el terror que experimentaron. Por lo tanto, las guías de prácticas clínicas recomiendan sedación profunda, amnesia y analgesia efectiva, antes del bloqueo neuromuscular⁷.

Estar despierto con bloqueo neuromuscular es una complicación devastadora y en gran medida prevenible, ya que acarrea grandes secuelas psicológicas a largo plazo. Esto es de vital importancia, ya que los estudios han demostrado que hasta el 70% de los pacientes que informan estar conscientes experimentan secuelas psicológicas duraderas, que incluían síntomas graves compatibles con trastorno de estrés post-traumático. Por lo tanto, se han recomendado intensos esfuerzos para evitar que ocurra. Algunos estudios de cohortes y ensayos controlados aleatorizados en Estados Unidos recogen una incidencia en el quirófano del 0,1 al 0,2%¹⁰.

Con relación a esto, una reciente revisión sistemática y metaanálisis de la literatura de estudios que evalúan el despertar en urgencia y UCI en pacientes ventilados con sedación y relajación encontraron que la incidencia parece ser mucho más alta que la informada desde el quirófano. La estimación global de incidencia de despertar fue del 12,3% (IC del 95%: 2,8-26,0%). Se realizaron 2 análisis de subgrupos primarios según la calidad de los estudios (buenos o malos); para los estudios de buena calidad hubo una incidencia estimada del 3,4% (IC del 95%: 0-10,2%); muy alta comparada con la del quirófano. También

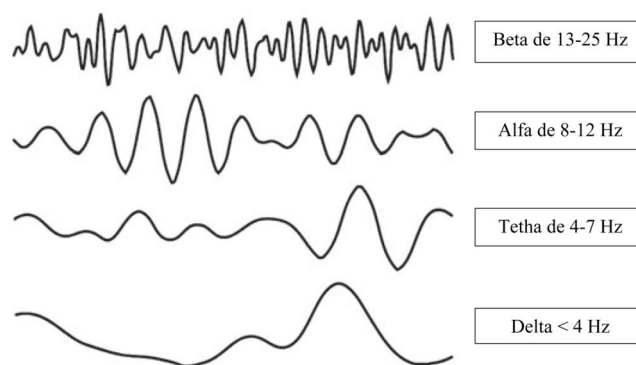


Figura 1. Valores de las ondas cerebrales en un adulto normal. Tomado de Hajat *et al.*¹⁶.

se realizó un metaanálisis de subgrupos estratificado por ubicación, que reveló una estimación de incidencia en la UCI del 10,7% (IC del 95%: 0-40,9%) y en el servicio de urgencias del 14,2% (IC del 95%: 0,4-39,3%). Estos resultados indican una necesidad urgente de estudiar más a fondo esta complicación grave y prevenible para mitigar su impacto en los supervivientes de enfermedades críticas¹¹.

Monitoreo de la sedación

Se sabe que el electroencefalograma (EEG) cambia sistemáticamente con la dosis del fármaco sedante o anestésico. Por este motivo se han empleado en la práctica clínica distintas formas de EEG procesados para hacer un seguimiento del grado de consciencia de pacientes con sedación y anestesia general. Estos sistemas procesan el EEG y proporcionan un valor índice y un conjunto de valores casi instantáneos que pueden utilizarse para el seguimiento del grado de consciencia. Las bandas típicas de una EEG de un adulto normal incluyen 4 tipos: beta (β), alfa (α), theta (θ) y delta (δ).

Existen diferentes dispositivos de electroencefalografía procesada y monitores de profundidad de la anestesia. Los 3 monitores comerciales más utilizados en anestesia son: el PSI (SedLine® Masimo Inc, Irvine, CA, EE. UU.); el BIS® (BIS VISTA®, Medtronic Inc., Minneapolis, MN, EE. UU.) y el Entropy® (monitor Datex Ohmeda S/5 con módulo Entropy™ (GE Healthcare, Chicago, IL, EE. UU.))¹². El monitoreo con base en el índice bispectral (BIS), introducido en los años 1990 en anestesia, es el más utilizado en la práctica clínica, ha sido validado para el manejo de la sedación perioperatoria y ha mostrado resultados positivos en el monitoreo de la sedación en la UCI¹³.

El índice de respuesta (IR) es una variable derivada de la electromiografía (EMG), propuesta para la monitorización de la sedación en la UCI. Para determinar el IR, se mide el EMG frontal con un sensor frontal, se obtiene la potencia del EMG de cada periodo de 0,5 segundos y, finalmente, el IR se obtiene con base en la serie temporal de potencia del EMG de los últimos 60 minutos¹⁴. Tanto el BIS como el IR proporcionan monitorización en tiempo real con una escala simple de 0 a 100, donde los valores bajos representan sedación profunda y los valores altos representan un aumento de la excitación. El monitor BIS® ofrece una puntuación de 0 a 100, en la que 0 representa la ausencia de función cerebral (corresponde a un estado profundo de coma o de inconsciencia que se refleja en un EEG isoelectrico) y 100 el nivel de alerta completa del paciente. Los valores superiores a 90 reflejan una predominancia de ondas β de frecuencia entre 13 y 30 Hz que indican vigilia. Con este índice se considera que un paciente está inconsciente si el valor del BIS está entre 40 y 60. El monitor muestra el EEG sin procesar, el espectrograma, el grado de actividad electromiografía y el índice de calidad de la señal¹⁵. Estas se verán diferentes según el nivel de anestesia del paciente o del nivel de sedación (fig. 1).



Figura 2. Tiempo de supresión (ST) y ratio de supresión (SR) en el monitor BIS®. Referencia: monitoreo de la conciencia. Medtronic®.

Otros parámetros que nos muestra el monitor BIS® son:

- El patrón *bursts-suppression*. En el EEG consiste en ráfagas de actividad eléctrica (*bursts*) seguidas de periodos de supresión o silencio eléctrico de muy bajo voltaje. Es un estado extremo de depresión cortical, que puede encontrarse en anestesia profunda, hipoxia, coma inducido, hipotermia, o daño cerebral grave.
- El ratio o tasa de supresión (SR). Es el porcentaje del tiempo (normalmente en una ventana de ~60-63 segundos) en el que el EEG está suprimido (prácticamente plano o con voltaje muy bajo). Se expresa en porcentaje; por ejemplo, si el SR = 20% significa que, en el último minuto aproximadamente, el cerebro ha estado 12-13 segundos en silencio eléctrico. En anestesia general, una tasa de supresión elevada (p. ej., >10-15%) suele indicar que el paciente está excesivamente anestesiado y hay riesgo de efectos adversos, como hipotensión o retraso en la recuperación. En cuidados intensivos, también se usan para monitorizar estados de coma profundo. Otros ejemplos: si SR = 0 → casi no hay supresiones. Si SR = 100 → todo el tiempo está suprimido (ausencia casi completa de actividad eléctrica) (fig. 2).
- El tiempo de supresión (ST). En la práctica, este concepto se refiere a la duración de cada episodio de supresión continua (es decir, cuánto dura cada pausa eléctrica antes de reanudarse actividad). Conceptualmente es el componente temporal subyacente que produce el SR.
- La matriz de densidad espectral (DEA). Es la representación gráfica de la frecuencia y potencia del EEG del paciente (también llamado espectrograma). Las ondas cerebrales se representan en color con una vista bidimensional. El color rojo indica el predominio de las ondas en el EEG. Por ejemplo, si esta predomina en los bordes inferiores (por debajo de 4 Hz) significa que predominan las ondas δ en la matriz espectral (fig. 3). Se muestran también las bandas de EEG: δ , θ , α y β que aparecen a la derecha del gráfico DSA.
- La frecuencia del borde espectral (SEF 95). Es la línea blanca en el gráfico DSA. Corresponde al 95% de la potencia total de las ondas que se encuentran por debajo de la línea y al 5% que se encuentra por encima. Nos indica la distribución de la potencia espectral del fármaco en inducir hipnosis. Cuando este índice está por debajo de 15 nos asegura una buena hipnosis (fig. 4). Por lo tanto, valores más bajos indican predominio de ritmos lentos (sedación/anestesia profunda) y valores más altos indican más actividad rápida (vigilia/estado leve).
- SEF 95 < 10 Hz. Es usado con frecuencia como umbral que indica sedación profunda o sobredosis en pacientes críticos. En un ensayo aleatorizado en pacientes con covid-19 grave los investigadores evitaron mantener SEF 95 < 10 Hz para reducir la sobredosis (y consideraron SR > 2% como señal de supresión). El protocolo usó SEF 95 como marcador para disminuir la dosis de propofol cuando era demasiado bajo¹⁷.

- SEF 95 entre ~8 y 13 Hz. Es el rango usado como objetivo aproximado para estados anestésicos/hipnóticos «adecuados» (equivalente a anestesia general ligera-moderada en quirófano); por eso muchos grupos proponen ~8-13 Hz como referencia, aunque no es universal ni específico para UCI¹⁸.
- SEF 95 muy bajo: < 5 Hz. Se describe en pacientes extremadamente sedados o con EEG muy deprimido (estado similar a *burst-suppression*/actividad muy lenta). Estos valores indican depresión cortical marcada. Roustan *et al.* identificaron el SEF 95 como uno de los índices más importantes de monitorización en UCI¹⁹.
- La frecuencia media (MF). Es la línea púrpura en el gráfico DSA. El 50% de la potencia de las ondas está por debajo de esa línea y el 50% por encima (fig. 4).

Metodología de la revisión

Este manuscrito se desarrolló como una revisión de la literatura en forma narrativa debido a la naturaleza conceptual y evolutiva del tema abordado. Los monitores BIS® permiten medir el nivel sin estimular al paciente, mientras que las escalas de sedación subjetiva requieren evaluar la respuesta del paciente a estímulos de voz, físicos e incluso dolorosos. Esta estimulación cambia el estado preexistente del paciente.

Estudios

En un estudio multicéntrico reciente de Wang *et al.* en pacientes intubados en VM, con sedación y sin relajación muscular, los autores monitorizaron continuamente la profundidad de la sedación con la plataforma BIS®; además, evaluaron de forma intermitente la sedación mediante el uso de la escala de RASS cada 4 horas. El objetivo principal fue evaluar la precisión diagnóstica del BIS® en la detección de sedación profunda en comparación con la escala RASS. En este estudio se observó una alta incidencia de sedación profunda (41%) en la que la monitorización continua con el BIS® puede detectar de forma confiable la sedación profunda en pacientes ventilados. Específicamente, una medición de BIS < 50 al inicio del estudio y < 80 tomada 15 minutos después de una estimulación tuvo una sensibilidad del 92% para detectar una puntuación RASS < -3²⁰.

En un ensayo clínico aleatorizado (ECA) realizado por Olson *et al.*, llevado a cabo en pacientes adultos neurocríticos con VM, el objetivo era evaluar si la monitorización del nivel de sedación utilizando la escala BIS® adjunta a la evaluación clínica se asociaba a una reducción en la cantidad total de fármaco sedante utilizado en un periodo de 12 horas. La monitorización de la sedación se hacía mediante la evaluación clínica con la escala de Ramsay ($n = 35$) o la evaluación clínica más monitorización BIS® ($n = 32$). El equipo de enfermeras ajustó la dosis de

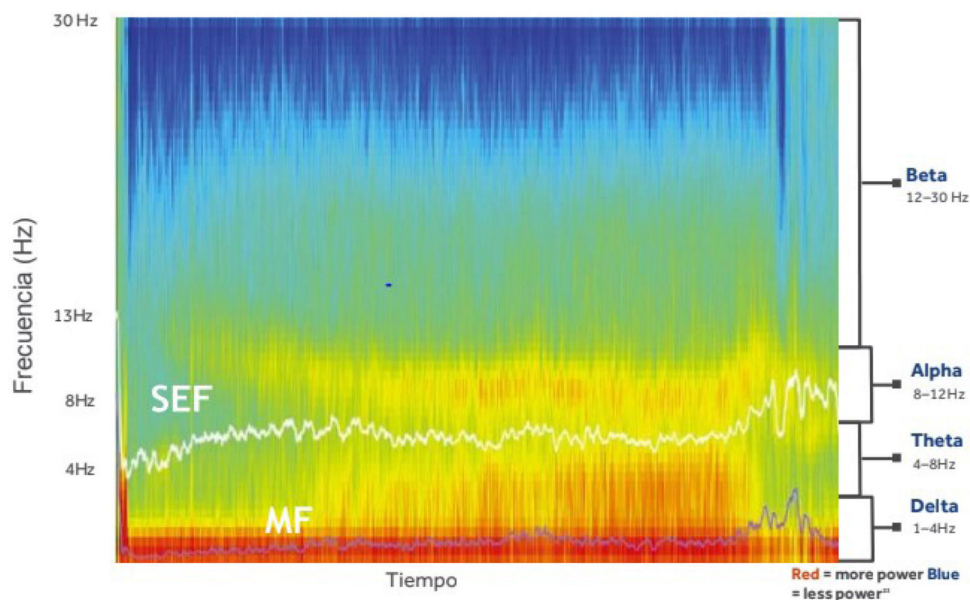


Figura 3. Matriz de densidad espectral (DEA) o espectrograma.
Referencia: monitoreo de la conciencia. Medtronic®.

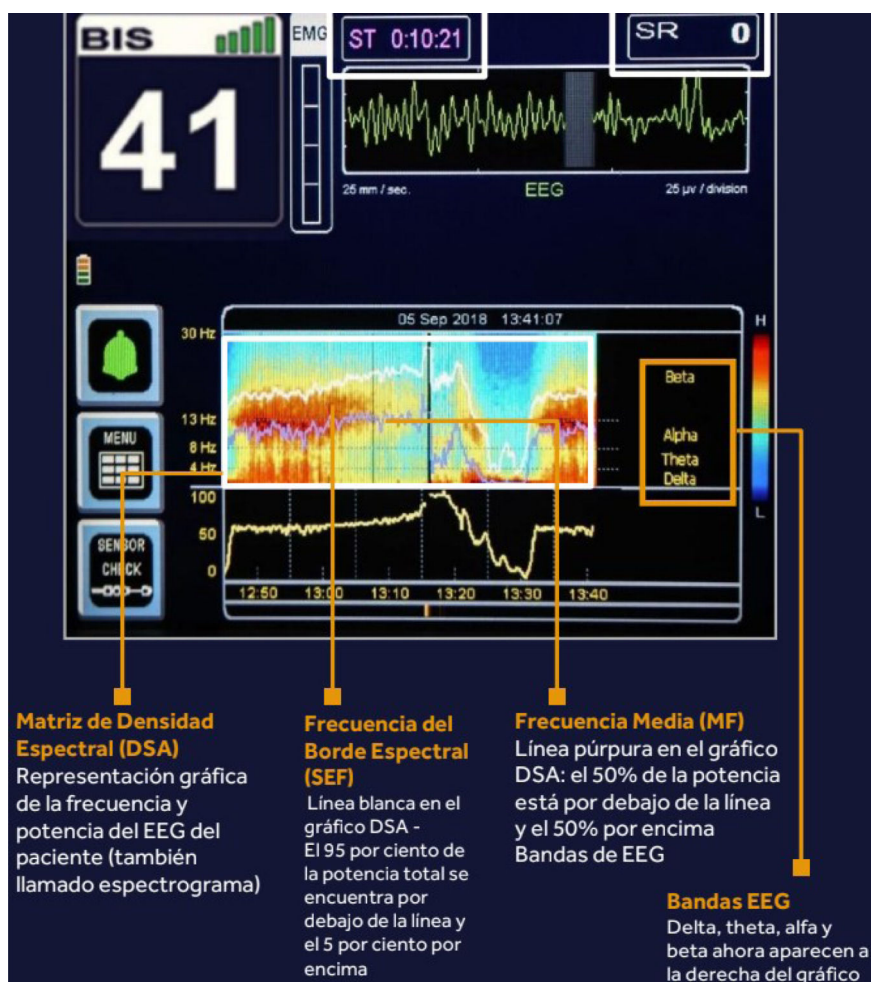


Figura 4. Frecuencia del borde espectral (SEF 95) y la frecuencia media (MF).
Referencia: monitoreo de la conciencia. Medtronic®.

Tabla 2

Estudios que evalúan la monitorización con BIS en UCI

Estudio	Tipo de estudio	Resultado	Conclusiones
Karamchandani <i>et al.</i> ²⁵	Estudio prospectivo, comparativo y con observador simple ciego	Al comparar 414 lecturas de BIS con el RASS, se observó una correlación significativa entre ambos ($s = 0,56$; $p = 0,0001$). Para una sedación adecuada, evaluada por un valor de RASS de 0 a -3, la mediana del valor de BIS fue de 56 (rango: 42-89). Un valor de BIS de 70 presentó una alta sensibilidad (85%) y especificidad (80%) para diferenciar entre sedación adecuada e inadecuada	El BIS se correlaciona bien con el RASS en pacientes con VM
Turkmen <i>et al.</i> ²⁶	ECA	11 pacientes en VM. La puntuación RASS osciló entre 0,9 y 1,7. El BIS varió entre 65 y 75. Se encontraron correlaciones significativas entre los valores de RASS y BIS ($r = 0,9$; $p = 0,0001$).	El RASS se correlaciona con la monitorización del BIS durante la sedación con dexmedetomidina en pacientes de la UCI
Wang <i>et al.</i> ²⁰	Estudio prospectivo multicéntrico validativo	526 evaluaciones. Según el RASS, se observó sedación profunda en 213 (41%). El BIS se correlacionó con el nivel de RASS ($p < 0,001$). Una medición del BIS (< 50) al inicio y < 80 , 15 min después (tras la estimulación) tuvo una sensibilidad del 92% para detectar una puntuación RASS < -3	El BIS se correlaciona con la RASS. El BIS tiene fiabilidad para la sedación profunda en pacientes en VM
Stewart <i>et al.</i> ²¹	Estudio prospectivo y exploratorio	406 evaluaciones de RASS para su análisis. El BIS predijo los niveles de RASS con una probabilidad de predicción (PK) de 0,776 para el BIS	Las variables derivadas del EEG y el EMG están asociadas con los niveles de sedación, como se describe en la puntuación RASS
Njoku <i>et al.</i> ²⁷	Estudio prospectivo multicéntrico validativo	5 de los 8 estudios observaron una buena correlación entre la monitorización BIS y la evaluación subjetiva. Un estudio observó una mejor correlación al añadir remifentanilo al propofol. A niveles más profundos de sedación, un amplio rango de valores del BIS corresponde a la puntuación subjetiva más alta	En pacientes en VM y sin relajación muscular, el BIS muestra una buena correlación con escalas de como el RASS
Kaplan y Bailey ²⁸	ECA	Se observaron reducciones significativas en el uso de lorazepam (18%), midazolam (18%) y propofol (47%) ($p < 0,05$); el 15,4% de los pacientes que parecían sedados estaban sub-sedados según el análisis BIS, mientras que el 54% de los pacientes requirió menos sedación de la inicialmente prevista por el personal médico	La monitorización BIS en pacientes de UCI con infusión continua de sedantes y paralizantes reduce el uso y el costo de los sedantes
Khan <i>et al.</i> ²⁹	Estudio prospectivo cruzado	El BIS promedio fue de $53,3 \pm 12,7$ al inicio y se orientó a la titulación de sedantes hasta $59,8 \pm 14,8$. El uso de BIS provocó un cambio en el nivel de sedantes en el 87% de los pacientes y se asoció con una disminución promedio de la dosis de propofol de $5,2 \mu\text{g/kg}$ por minuto	La dosis de sedantes se modificó en 12 de los 14 pacientes (87%) mediante el uso de monitorización BIS
Chiang <i>et al.</i> ³⁰	Metaanálisis de ECA	26 estudios con un total de 9.537 pacientes. La monitorización BIS se asoció significativamente con un menor tiempo hasta la apertura ocular ($p = 0,001$), hasta la extubación ($p < 0,001$) y el tiempo hasta la orientación ($p = 0,002$) en comparación con la monitorización sin BIS	El uso de la monitorización BIS es superior en términos de menor tiempo en diferentes objetivos
Andresen <i>et al.</i> ³¹	Estudio de cohorte prospectiva	69 pacientes adultos; 42 de los que tuvieron actividad de supresión de ráfaga presentaron delirio. Un nivel BIS menor de 40 por mínimo una hora, considerada como «sedación profunda», tuvieron una probabilidad 4 veces mayor de delirio que aquellos con solo un minuto con un nivel de BIS menor 40	El tiempo transcurrido en la supresión de la ráfaga fue un predictor independiente del delirio posterior a la sedación profunda
Hajat <i>et al.</i> ³²	Metaanálisis de ECA	El uso del BIS como guía objetiva para la dosificación de sedantes también puede reducir las complicaciones médicas de la sedación excesiva, como la contractilidad cardíaca disminuida y la hipotensión, con el beneficio secundario de ahorro económico gracias a las dosis más bajas del fármaco y a la reducción del tiempo hasta la extubación	El uso del BIS como guía objetiva para la dosificación de agentes sedantes también puede reducir las complicaciones médicas de la sobresedación en la UCI

BIS: índice biespectral; ECA: ensayo controlado aleatorio; EEG: electroencefalograma; EMG: electromiograma; RASS: escala de agitación-sedación de Richmond; VM: ventilación mecánica.

propofol a un Ramsay de 4 o a un Ramsay de 4 y a un BIS entre 60 y 70. Los pacientes en el grupo de BIS[®] recibieron significativamente menos propofol (93,5 frente a 157,8 ml, respectivamente; $p < 0,015$) y tuvieron tasas de infusión más bajas (14,6 frente a 27,9 mcg/kg por min; $p = 0,003$). Los del grupo BIS[®] se despertaron mucho más rápido que los del grupo de Ramsay solo (1,24 vs. 7,5 min; $p < 0,0001$). Así que la

monitorización de la sedación con el monitor BIS[®] nos da como resultado una marcada reducción en la dosis total de sedantes utilizados para lograr el mismo nivel de sedación clínica, lo que resultó en un tiempo más corto para despertarse sin ningún efecto adverso medible⁸.

Un estudio realizado por Stewart *et al.* en 30 pacientes adultos postoperatorios en UCI con VM y sedación intravenosa, excluyendo a

pacientes con trastornos neurológicos primarios, encontraron que el BIS y el IR predijeron los niveles de RASS con una probabilidad de predicción de 0,776 para BIS y de 0,763 para IR²¹.

Faritout *et al.* realizaron un estudio en 70 pacientes intervenidos de cirugía cardíaca (*bypass* coronario o cirugía valvular) con VM y sedados, a los que se les evaluó el dolor poco después de la operación mediante BIS, la herramienta de observación del dolor en cuidados críticos, y también se revisaron los signos vitales. Las evaluaciones del dolor se hicieron en 3 momentos diferentes: 1) basal (inmediatamente antes de cualquier procedimiento doloroso, incluyendo la aspiración traqueal o el cambio de posición del paciente); 2) durante cualquier procedimiento doloroso y 3) 5 minutos después del procedimiento (tiempo de recuperación). El grupo de investigación concluyó que la monitorización BIS puede utilizarse para la evaluación del dolor junto con la herramienta de observación del dolor en pacientes con VM y es mucho más sensible que la monitorización de los cambios hemodinámicos²².

Chalela *et al.* evaluaron la utilidad del BIS en 10 pacientes con encefalopatía hipercápnica secundaria a enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Midieron el nivel de actividad cerebral mediante el BIS y diferentes escalas: escala de coma de Glasgow, escala de sedación de Ramsay (RSS) y la escala de RASS. Encontraron que el BIS fue útil para la detección temprana y para la monitorización automática de la intensidad de la encefalopatía hipercápnica en estos pacientes, lo que puede evitar problemas en su manejo²³.

Manning *et al.* desarrollaron una revisión sistemática evaluando 3 temas. En primer lugar, cuando se utiliza como complemento de la escala de RASS, la BIS puede identificar con fiabilidad la sedación profunda en pacientes intubados, sedados y en estado crítico. En segundo lugar, la investigación actual señala que integrar la monitorización con BIS en entornos de cuidados intensivos se asocia con una disminución del uso de medicamentos y de los costos. En tercer lugar, el uso de la monitorización con BIS se relaciona con una reducción de complicaciones médicas como la depresión respiratoria, la aspiración, el delirio y las estancias prolongadas en UCI derivadas de la sedación excesiva²⁴. Los 10 estudios más relevantes que analizaron se presentan resumidos en la [tabla 2](#), algunos ya discutidos.

Para finalizar, en el último metaanálisis de 20 estudios realizado por Jaworska *et al.*, los autores concluyeron que la monitorización por EEG mostró una disminución de la duración de la estancia hospitalaria (días) (SMD -0,89; IC del 95%: -1,17 a -0,62; $I^2 = 13,4\%$), una reducción de la dosis total de sedante (expresada en equivalentes de propofol, mg) (SMD -1,29; IC del 95%: -2,27 a -0,31; $I^2 = 96,6\%$) y una reducción de la dosis total de opioides (expresada en equivalentes de morfina, mg) (SMD -0,40; IC del 95%: -0,76 a -0,04; $I^2 = 77,0\%$)³³.

Limitaciones importantes

Las siguientes son las probables dificultades con la monitorización BIS:

- Dependencia del monitor o del algoritmo: distintos dispositivos y algoritmos (BIS, SedLine, otros) calculan un SEF ligeramente distinto; no hay completa estandarización.
- Efecto de fármacos no GABAérgicos: agentes como ketamina, dexmedetomidina u opioides modulan el espectro EEG de manera atípica (p. ej., por mantener componentes rápidas) alterando la relación entre SEF y profundidad real. La ketamina también cambia el espectro de potencia del EEG al provocar un aumento de la actividad θ y alterar el espectro EEG de forma atípica.
- Artefactos (EMG) y bloqueo neuromuscular: la actividad muscular (EMG) eleva la potencia en altas frecuencias y aumenta el SEF, aun cuando el paciente esté profundo; por el contrario, los bloqueadores neuromusculares reducen el EMG y reducen los índices procesados.

- Variabilidad entre pacientes (edad, daño cerebral): ancianos o pacientes con lesión cerebral tienen un SEF más bajo a igual dosis; por eso es impreciso usar un umbral único.

Por lo anterior, se debe usar SEF 95 como parte de un enfoque multiparamétrico, no como único criterio. Se debe combinar: una escala clínica (RASS), el índice BIS, DSA, SEF 95 y la detección de supresión (SR/BSR).

Implicaciones clínicas y conclusiones

En el contexto del posparo cardíaco o la lesión cerebral, varios estudios han evaluado si un BIS y SR tempranos predicen resultados neurológicos desfavorables: en pacientes reanimados tras paro cardíaco, un SR promedio ≥ 3 a la hora 23 predijo un desenlace neurológico adverso con sensibilidad ~74% y especificidad ~92%. Un BIS promedio ≤ 25 a la hora 12 fue también predictor de mal pronóstico con alta especificidad (~97%)³⁴.

Los estudios de monitoreo BIS® en la UCI mencionados encuentran reducciones en el uso total de sedantes y tiempos de despertar más rápidos a pesar de una sedación clínica similar, con menos agitación y una estancia en UCI más corta²⁴. En nuestro concepto la combinación de la evaluación observacional con escalas validadas y la monitoria neurofisiológica con monitoria BIS® para controlar de manera dinámica la sedación en adultos intubados en estado crítico parece ser la forma más adecuada para la titulación de sedantes durante la sedación profunda. Esta aproximación optimiza el manejo de la sedación porque el personal de enfermería y el personal médico reciben más información que la que proporciona cada herramienta de forma independiente. Esta evaluación es más integral y continua del estado del paciente y se asocia con una disminución en la incidencia de sobredosificación o infradosificación. Además, la monitorización continua del BIS® reduce la carga de trabajo de los cuidadores en UCI y los costos.

En pacientes con VM, las recomendaciones actuales indican que el nivel de sedación se evalúe a intervalos de 2 a 4 h y que la dosis del sedante se ajuste de acuerdo con los resultados de estas evaluaciones. Sin embargo, en un gran porcentaje de los pacientes esto no se cumple por la alta carga laboral en nuestras UCIs. Este enfoque ayudará a los médicos intensivistas a reducir los episodios no deseados, a evitar la sedación profunda prolongada, a reducir las complicaciones cardiovasculares asociadas a esta y las acumulaciones excesivas de estos agentes.

Las guías internacionales de práctica clínica para la prevención y el manejo del dolor, la agitación/sedación, el delirio, la inmovilidad y la disrupción del sueño (PADIS 2018) en pacientes adultos recomiendan la sedación profunda en los pacientes críticos que requieren relajación muscular, pero desafortunadamente los métodos subjetivos tradicionales, como con la escala de RASS, no son de utilidad en este escenario. Esta y otras guías recomiendan el monitoreo objetivo y continuo de la sedación con el monitor BIS®, especialmente para la titulación de sedantes durante los niveles de sedación profunda con o sin la relajación muscular, de forma complementaria a la clínica^{1,2,3}.

En consecuencia, los monitores BIS® deberían utilizarse cada vez más en las UCIs como una herramienta para guiar la sedación profunda. Se han propuesto como una herramienta adjunta a la escala del RASS en serie para evaluar y guiar la sedación en pacientes críticos adultos.

Consideraciones éticas

Los autores declaramos lo siguiente:

- El trabajo no ha sido realizado bajo modelo de experimentación en animales.
- En el trabajo no han sido intervenidos pacientes o sujetos humanos.
- El trabajo no es un ensayo clínico.

- Todos los datos mostrados en las figuras y tablas incluidas en el manuscrito se recogen en el apartado de resultados y conclusiones.

Financiación

Los autores declaramos que no recibimos ninguna financiación para la elaboración del artículo.

Conflicto de intereses

Aseguramos que este manuscrito es trabajo original de los autores, no ha sido publicado previamente ni está siendo considerado para publicación en otro lugar. Todos los autores han estado activamente involucrados en el trabajo y asumen la responsabilidad pública por su contenido. Ninguno de los autores tiene conflicto de intereses con un laboratorio o tecnología médica para la elaboración del artículo.

Agradecimientos

Agradecemos a la Clínica Universitaria Bolivariana por el apoyo a la investigación y docencia.

Bibliografía

- Devlin JW, Skrobik Y, Gélinas C, et al. Clinical practice guidelines for the prevention and management of pain, agitation/sedation, delirium, immobility, and sleep disruption in adult patients in the ICU. *Crit Care Med*. 2018;46:e825–e873, <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000003299>.
- Seo Y, Lee HJ, Ha EJ, Ha TS. 2021 KSCCM clinical practice guidelines for pain, agitation, delirium, immobility, and sleep disturbance in the intensive care unit. *Acute Crit Care*. 2022;37:1–25, <http://dx.doi.org/10.4266/acc.2022.00094>.
- Celis-Rodríguez E, Díaz Cortés JC, Cárdenas Bolívar YR, et al. Evidence-based clinical practice guidelines for the management of sedoanalgesia and delirium in critically ill adult patients. *Med Intensiva (Engl Ed)*. 2020;44:171–184, <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2019.07.013>. English, Spanish.
- Martin J, Heymann A, Bäsel K, et al. Evidence and consensus-based German guidelines for the management of analgesia, sedation and delirium in intensive care—short version. *Ger Med Sci*. 2010;8, <http://dx.doi.org/10.3205/000091>. Doc02.
- Girard TD, Kress JP, Fuchs BD, et al. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): A randomised controlled trial. *Lancet*. 2008;371:126–134, [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)60105-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60105-1).
- Mehta S, Burry L, Cook D, et al., SLEAP Investigators; Canadian Critical Care Trials Group. Daily sedation interruption in mechanically ventilated critically ill patients cared for with a sedation protocol: A randomized controlled trial. *JAMA*. 2012;308:1985–1992, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2012.13872>.
- Chanques G, Constantin JM, Devlin JW, et al. Analgesia and sedation in patients with ARDS. *Intensive Care Med*. 2020;46:2342–2356, <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-020-06307-9>.
- Olson DM, Thoyre SM, Peterson ED, Graffagnino C. A randomized evaluation of Bispectral Index-augmented sedation assessment in neurological patients. *Neurocrit Care*. 2009;11:20–27, <http://dx.doi.org/10.1007/s12028-008-9184-6>.
- Sebel PS, Bowdle TA, Ghoneim MM, et al. The incidence of awareness during anesthesia: A multicenter United States study. *Anesth Analg*. 2004;99:833–839, <http://dx.doi.org/10.1213/01.ANE.0000130261.90896.6C>.
- Leslie K, Chan MT, Myles PS, Forbes A, McCulloch TJ. Posttraumatic stress disorder in aware patients from the B-aware trial. *Anesth Analg*. 2010;110:823–828, <http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181b8b6ca>.
- Pappal RD, Roberts BW, Winkler W, Yaegar LH, Stephens RJ, Fuller BM. Awareness with paralysis in mechanically ventilated patients in the emergency department and ICU: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2021;49:e304–e314, <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000004824>.
- Han L, Drover DR, Chen MC, et al. Evaluation of patient state index, Bispectral Index, and entropy during drug induced sleep endoscopy with dexmedetomidine. *J Clin Monit Comput*. 2022, <http://dx.doi.org/10.1007/s10877-022-00952-9>.
- Stewart JA, Särkelä MO, Wennervirta J, Vakkuri AP. Novel insights on association and reactivity of Bispectral Index, frontal electromyogram, and autonomic responses in nociception-sedation monitoring of critical care patients. *BMC Anesthesiol*. 2022;22:353, <http://dx.doi.org/10.1186/s12871-022-01864-6>.
- Lapinlampi TP, Viertio-Oja HE, Helin M, et al. Algorithm for quantifying frontal EMG responsiveness for sedation monitoring. *Can J Neurol Sci*. 2014;41:611–619, <http://dx.doi.org/10.1017/cjn.2014.10>.
- Gropper MA, Eriksson LJ, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Cohen NH, Leslie K. *Anestesia de Miller*. 8.ª edición. Barcelona: Elsevier.; 2021.
- Mulvey DA, Klepsch P. Use of Processed Electroencephalography in the Clinical Setting. *Curr Anesthesiol Rep*. 2020;10:480–487, <http://dx.doi.org/10.1007/s40140-020-00424-3>.
- Tobar E, Fariás JI, Rojas V, et al. Electroencephalography spectral edge frequency and suppression rate-guided sedation in patients with COVID-19: A randomized controlled trial. *Front Med (Lausanne)*. 2022;9:1013430, <http://dx.doi.org/10.3389/fmed.2022.1013430>.
- Kreuzer M, Schneider G, García PS. Using spectral edge frequency to target equivalent brain states under general anesthesia is like asking for apples and getting oranges. *Anesth Analg*. 2023;137:e49–e50, <http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0000000000006615>.
- Roustan JP, Valette S, Aubas P, Rondouin G, Capdevila X. Can electroencephalographic analysis be used to determine sedation levels in critically ill patients? *Anesth Analg*. 2005;101:1141–1151, <http://dx.doi.org/10.1213/01.ane.0000167782.47957.e1>.
- Wang ZH, Chen H, Yang YL, et al. Bispectral index can reliably detect deep sedation in mechanically ventilated patients: A prospective multicenter validation study. *Anesth Analg*. 2017;125:176–183, <http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0000000000001786>.
- Stewart JA, Särkelä MO, Wennervirta J, Vakkuri AP. Novel insights on association and reactivity of Bispectral Index, frontal electromyogram, and autonomic responses in nociception-sedation monitoring of critical care patients. *BMC Anesthesiol*. 2022;22:353, <http://dx.doi.org/10.1186/s12871-022-01864-6>.
- Faritous Z, Barzanji A, Azarfarin R, et al. Comparison of Bispectral Index monitoring with the critical-care pain observation tool in the pain assessment of intubated adult patients after cardiac surgery. *Anesth Pain Med*. 2016;6:e38334, <http://dx.doi.org/10.5812/aapm.38334>.
- Chalela R, Gallart L, Pascual-Guardia S, Sancho-Muñoz A, Gea J, Orozco-Levi M. Bispectral index in hypercapnic encephalopathy associated with COPD exacerbation: A pilot study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2018;13:2961, <http://dx.doi.org/10.2147/COPD.S167020>.
- Manning J, Chiasson M. Does Bispectral Index monitoring belong in the intensive care unit setting?: A narrative review of evidence. *Dimens Crit Care Nurs*. 2025;44:231–238, <http://dx.doi.org/10.1097/DCC.0000000000000713>.
- Karamchandani K, Rewari V, Tripathi A, Batra RK. Bispectral index correlates well with richmond agitation sedation scale in mechanical ventilated critically ill patients. *J Anesth*. 2010;24:394–398, <http://dx.doi.org/10.1007/s00540-010-0915-4>.
- Turkmen A, Altan A, Turgut N, Vatansever S, Gokkaya S. The correlation between the Richmond Agitation-Sedation Scale and Bispectral Index during dexmedetomidine sedation. *Eur J Anaesthesiology*. 2006;23:300–304, <http://dx.doi.org/10.1017/S0265021506000081>.
- Njoku F. Revisiting Bispectral Index monitors in the medical ICU: A review. *Chest*. 2016;150:328A, <http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2016.08.341>.
- Kaplan LJ, Bailey H. Bispectral Index (BIS) monitoring of ICU patients on continuous infusion of sedatives and paralytics reduces sedative drug utilization and cost. *Crit Care*. 2000;4(suppl 1):P190, <http://dx.doi.org/10.1186/cc910>.
- Khan A, Dernaika T, Haugland K, Trotter S, Kinasewitz G. Clinical utility of Bispectral Index monitoring in the ICU: A pilot study. *Chest*. 2006;130:225S, <http://dx.doi.org/10.1378/chest.130.4.meetingabstracts.225s-c>.
- Chiang MH, Wu SC, Hsu SW, Chin JC. Bispectral Index and non-Bispectral Index anesthetic protocols on postoperative recovery outcomes. *Minerva Anesthesiol*. 2018;84:216–228, <http://dx.doi.org/10.23736/S0375-9393.17.12033-X>.
- Andresen JM, Girard TD, Pandharipande PP, Davidson MA, Ely EW, Watson PL. Burst suppression on processed electroencephalography as a predictor of postcoma delirium in mechanically ventilated ICU patients. *Crit Care Med*. 2014;42:2244–2251, <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000000522>.
- Hajat Z, Ahmad N, Andrzejewski J. The role and limitations of EEG-based depth of anaesthesia monitoring in theatres and intensive care. *Anaesthesia*. 2017;72(suppl 1):38–47, <http://dx.doi.org/10.1111/anae.13739>.
- Jaworska N, Hezam A, Poulin T, et al. Evaluation of objective sedation monitoring practices in critically ill adult patients: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care Explor*. 2025;7:e1297, <http://dx.doi.org/10.1097/CCE.0000000000001297>.
- Mulvey DA, Klepsch P. Use of processed electroencephalography in the clinical setting. *Curr Anesthesiol Rep*. 2020;10:480–487, <http://dx.doi.org/10.1007/s40140-020-00424-3>.