

PROCEDIMIENTO ENFERMERO

AUTORES

Beatriz Ordás Campos ¹
Patricia González Zapico ²
Beatriz Muñoz Asenjo ³
Cristina Alija García ⁴
Ricardo Álvarez Silván ¹
Antonio Sánchez Vallejo ⁵

¹ EIR Pediatría. Hospital Universitario de León

² Enfermera. Neonatología-Nidos. Hospital Universitario de León

³ Enfermera. Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Universitario de León.

⁴ Enfermera. Hospitalización Pediatría. Hospital Universitario de León

⁵ Enfermero. Unidad de Cuidados Intensivos. Coordinador de trasplantes. Hospital Universitario de León.

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA

✉ Beatriz Ordás Campos
Servicio de Pediatría. Hospital Universitario de León
Calle Altos de Nava, s/n. 24071. León. España.

☎ +34 987 237 400

@ beaordass@gmail.com

MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD CEREBRAL MEDIANTE ÍNDICE BIESPECTRAL DEL PACIENTE EN CUIDADOS INTENSIVOS

MONITORING OF BRAIN ACTIVITY BY BISPECTRAL INDEX OF THE PATIENT IN INTENSIVE CARE

RESUMEN

El índice biespectral o valor BIS es un parámetro empleado para la monitorización continua no invasiva que estima el grado de actividad eléctrica cerebral y, por tanto, el nivel de sedación o conciencia del paciente. Consiste en un procedimiento mediante el cual se colocan unos electrodos adherentes sobre la piel de la zona frontal del paciente conectados a un monitor específico. El objetivo de este trabajo ha sido describir el procedimiento de medición de actividad cerebral no invasiva utilizando el dispositivo BIS™. Se describe de manera detallada la técnica de colocación del dispositivo BIS™, desde la preparación de la piel del paciente, correcta colocación del sensor, registro de parámetros, limitaciones y la frecuencia de cambio recomendada del sensor.

ABSTRACT

The Bispectral Index or BIS value is a parameter used for continuous non-invasive monitoring that estimates the degree of brain electrical activity and, therefore, the level of sedation or consciousness of the patient. It consists of a procedure by means of which adherent electrodes are placed on the skin of the frontal area of the patient connected to a specific monitor. The aim of this paper has been to describe the procedure of measuring non-invasive brain activity using the BIS™ device. BIS™ device placement technique is described in detail, including patient skin preparation, correct sensor placement, parameter recording, limitations and suggested sensor change frequency.

PALABRAS CLAVE

BIS, cuidados intensivos, índice biespectral, monitorización, pediatría

KEYWORDS

BIS, intensive care, bispectral index, monitoring, paediatric

INTRODUCCIÓN

El índice biespectral (BIS) es un parámetro obtenido a partir de un sistema de monitorización no invasivo que, mediante la colocación de cuatro electrodos en la región hemifronto-temporal del paciente, permite el registro de las señales electrofisiológicas del cerebro¹. El sistema BIS™ realiza una estimación del grado de actividad eléctrica cerebral y, por tanto, del nivel de sedación o conciencia del paciente mediante un análisis matemático de las frecuencias de las ondas de electroencefalograma (EEG) en una escala adimensional de 0 a 100¹.

Las personas despiertas, sanas y sin sedación suelen presentar valores BIS >90, mientras que un valor de 0 se correspondería con ausencia de actividad cerebral. Con la intensificación progresiva de los efectos indu-

cidos mediante sedación el valor BIS disminuye, por lo que se considera un sistema útil, complementario a la valoración clínica del paciente, para el control de los efectos de los agentes anestésicos de uso frecuente, como el propofol, sevoflurano, desflurano, isoflurano o dexmedetomidina, permitiendo minimizar la dosis empleada, así como el tiempo de recuperación del paciente¹.

La monitorización de la profundidad anestésica es importante durante cualquier procedimiento, ya que una sedación demasiado profunda puede ocasionar cambios hemodinámicos en el paciente². Una sedación ligera conlleva el riesgo de recuerdo o conciencia durante el procedimiento, considerado como una complicación muy grave con secuelas psicológicas potenciales a largo plazo³. Cuando el valor BIS se mantiene en rango de sedación profunda disminuye la incidencia de

conciencia durante la anestesia³. Así, el sistema de monitorización BIS™ ha sido el primer método aprobado por la agencia Food and Drug Administration (FDA) para la evaluación de los efectos hipnóticos farmacológicos² y ha sido recomendado por las guías del National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE) como método costoefectivo para la evaluación de la profundidad anestésica basada en el registro electroencefalográfico del estado del paciente⁴.

El uso del BIS™ para la monitorización del paciente pediátrico se encuentra más limitado. Se recomienda su empleo a partir de los cuatro años de edad¹, utilizándose como instrumento adicional de apoyo a las evaluaciones clínicas del profesional sanitario⁵. Aunque el empleo de este sistema se presenta como un método de fácil manejo, los profesionales deben de haber adquirido previamente los conocimientos y formación adecuada para la interpretación de los parámetros monitorizados y deben de poder comprender las posibles limitaciones de su utilización en la práctica clínica⁴.

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo ha sido describir el procedimiento de medición de actividad cerebral no invasiva utilizando el dispositivo BIS™ y la relación con el estado clínico del paciente.

MATERIAL

El sistema de monitorización BIS™ se compone de un monitor, un cable de adaptación y un sensor (figura 1).

El monitor incluye una pantalla de 2 a 4 canales configurable por el usuario donde se puede visualizar el número BIS y el gráfico de tendencia correlacionado, las formas de onda del EEG en tiempo real, los indicadores de calidad de señal (ICS), el electromiograma (EMG) y alarmas o avisos.

El sensor BIS™ está compuesto por electrodos desechables con gel húmedo. El funcionamiento de la tecnología de sensores para la captura de la señal del EEG de bajo voltaje consiste en la siguiente secuencia. En primer lugar, existe una tinta conductora que se imprime directamente en la superficie del sensor



Figura 1.
Sistema completo de monitorización BIS™

junto con una espuma adhesiva y la tecnología Zipprep™. El conjunto crea una superficie de electrodo óptima para el registro del EEG de bajo voltaje. La tecnología Zipprep™ permite eliminar la primera capa de la epidermis mediante la acción mecánica realizada al presionar los electrodos en el momento de la colocación del sensor sobre la piel del paciente que hace que las púas contenidas en los electrodos eliminen parte de la primera capa de células muertas de la piel entrando en contacto con la capa interna adyacente, más conductora. El gel conductor contenido en el electrodo penetra en esta nueva superficie expuesta creando una óptima comunicación eléctrica entre las capas internas de la piel que transportan el EEG y las zonas conductoras que se encuentran en el interior del sensor. La señal del EEG se transmite a través de estos registros hasta el monitor BIS™. Finalmente, existe en el electrodo una fina capa de esponja que contiene una cantidad muy precisa de gel. Este gel crea un "puente" entre la frente y la superficie del electrodo conductor. La combinación de los anteriores componentes ayuda a lograr un entorno óptimo para adquirir y mantener la señal del EEG¹.

En las figuras 2, 3 y 4 se presentan los diferentes tipos de sensores BIS™ para la utilización en función de las particularidades de cada paciente. La figura 2 muestra el sensor

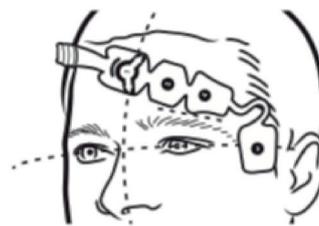


Figura 2.
Sensor BIS™ Quatro (color azul) y
Sensor BIS™ de uso extendido (color rojo)

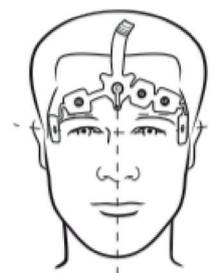


Figura 3.
Sensor bilateral BIS™



Figura 4.
Sensor BIS™ pediátrico



EL ÍNDICE BIESPECTRAL (BIS) CUANTIFICA OBJETIVAMENTE EL NIVEL DE CONCIENCIA DEL PACIENTE CRÍTICO



Figura 5.
Técnica de adhesión de los bordes del sensor



Figura 6.
Técnica de fijación del sensor mediante presión sobre los electrodos

de cuatro electrodos de uso estándar (color azul) y el de uso extendido para pacientes adultos que requieren periodos más largos de monitorización, como en unidades de cuidados intensivos (color rojo), así como la disposición y localización en la piel del paciente. El sensor bilateral BIS™ (figura 3) está diseñado para la colocación simétrica y captura de datos bihemisféricos permitiendo la detección de diferencias hemisféricas cerebrales. Para la medición de la actividad cerebral en la población pediátrica se dispone de un sensor pediátrico BIS™ (figura 4) que facilita la medición BIS™ en cabezas más pequeñas que puede capturar EEG de más bajo voltaje¹.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

Se recomienda limpiar y secar la frente del paciente para facilitar la adherencia del sensor. Si fuera necesario, se utilizaría gasa impregnada en alcohol 70° dejando secar. Si existiera solución de continuidad en la piel de la zona de colocación, se instalará el sensor en otra zona donde se mantenga íntegra¹. Existe evidencia sobre posiciones alternativas a la colocación frontal estándar del sensor BIS™, como es la occipital, mandibular, auricular, lateral o posición nasal infraorbitaria, siendo esta última la que más se asemeja a la posición estándar por recibir mejor calidad de señal y evitar la interferencia del cuero cabelludo en su localización⁵.

PROCEDIMIENTO

- Colocación del monitor BIS™ en zona visible de la cabecera del paciente y conexión del cable de adaptación del monitor al sensor. Una forma alternativa al monitor independiente sería el uso de monitor central de telemetría con módulo de medición BIS.
- Extraer el sensor de su envase en el momento de su colocación y situar diagonalmente en la frente del paciente siguiendo las instrucciones indicadas por el fabricante.
 - Electrodo 1: línea media del frontal aproximadamente 3-5 cm por encima del puente de la nariz.
 - Electrodo 2 (toma de tierra): correlativo al electrodo 1.
 - Electrodo 3: zona temporal derecha o izquierda, entre el ángulo externo del ojo y el nacimiento del cabello. Poner especial cuidado en no situar el electrodo justo sobre la arteria temporal, pues se producirán artefactos y la medición sería errónea.
 - Electrodo 4: zona externa del arco superciliar, por encima de la terminación de la ceja.
- Presionar los bordes de los cuatro electrodos para que se adhieran (figura 5).
- Pulsar los electrodos 1, 2, 3 y 4 con firmeza durante 5 segundos, para un contacto óptimo (figura 6).
- Insertar la lengüeta del sensor en el cable de interconexión del paciente.
- Comprobar la impedancia en la pantalla del monitor (se lleva a cabo de forma automática). La captación de la señal será óptima si aparece el color verde en la representación gráfica de los electrodos en el monitor; si no es así, se volverá a aplicar presión sobre los sensores (figura 7).
- Ajustar las alarmas de los parámetros según los límites deseados.
- Registrar los valores de BIS, EMG, TS e ICS según indicación (figura 8).
- Cambiar el sensor cada 24 horas, procurando variar levemente el lugar de colocación para no alterar la piel.

EVALUACIÓN

Interpretación de parámetros

BIS™: Índice Biespectral (tabla 1 y figura 9).

ICS: Índice de calidad de señal. Medida de la calidad de la señal para la fuente del canal EEG que se calcula en base a datos de impedancia, artefacto y otras variables (tabla 2).

EMG: Actividad Electromiográfica. Refleja la estimulación muscular causada por un aumento del tono o movimiento muscular. Un valor de $EMG < 30$ sería óptimo e indicaría que existe escasa interferencia del EMG¹.

PT: Potencia Total del EEG (amplitud). El rango de normalidad se hallaría entre 30-100 dB¹.

TS: Tasa de Supresión (%). Porcentaje de interrupción de EEG isoelectríco en los últimos 63 segundos. El valor de la TS aumenta en estados de sedación o coma muy profundo. En neonatos puede estar más elevado de forma fisiológica. El valor normal de la TS es de cero¹.

FBE: Frecuencia de Borde Espectral. Frecuencia por debajo de la cual se encuentra el 90% de las ondas de EEG¹.

Observaciones enfermeras. Limitaciones/ factores que afectan a la monitorización BIS™

Existen diferentes situaciones clínicas que pueden afectar a la precisión del valor BIS en su aplicación como indicador del efecto hipnótico del anestésico. Entre los aspectos principales de interferencia se incluyen el contacto deficiente con la piel o alta impedancia, el aumento del tono muscular o rigidez de los músculos de la frente, artefactos con otros dispositivos médicos, estados anormales del EEG (movimientos oculares sostenidos) y ciertos agentes farmacológicos que pueden elevar los valores de monitorización BIS de manera artefactual¹.

Agentes farmacológicos

El nivel clínico de sedación alcanzado entre pacientes con una misma puntuación BIS puede diferir dependiendo del régimen de sedación empleado, como es el caso de la ketamina o el óxido nítrico, em-

pleados más frecuentemente en los procedimientos sobre el paciente pediátrico. En el caso de sedación mediante óxido nítrico inhalado se ha demostrado un aumento del valor BIS, efecto que podría ser debido a la disminución del efecto supresor en el EEG y a sus propiedades neuroestimulantes. Determinadas dosis en el uso de ketamina pueden producir un incremento paradójico del valor BIS por sus características de anestésico disociativo mediante activación del EEG⁷.

Edad del paciente

Existe evidencia sobre la obtención de un valor BIS mayor en el paciente pediátrico respecto al adulto en el momento de pérdida de consciencia mediante propofol y fentanilo, especialmente en niños menores de 5 años, donde se estimó un valor BIS de 67 para el momento en que alcanzan un nivel profundo de sedación frente a un valor BIS de 60 en el adulto⁷.

En pacientes menores de 6 meses podrían existir diferencias en la medición del EEG debido a que se encuentran en una etapa de maduración cerebral y desarrollo de sinapsis en este periodo⁵.

Otros estudios no hallaron diferencias entre la utilización de la monitorización BIS frente al uso de escalas clínicas para la valoración del grado de sedoanalgesia alcanzado durante procedimientos quirúrgicos menores y optimización de la dosis farmacológica empleada y del tiempo de recuperación del paciente⁵.

Otros factores

Otros factores que pueden interferir en la monitorización BIS, disminuyendo su valor, son alteraciones en el estado fisiológico que impliquen una reducción del metabolismo cerebral, como en la hipotermia, la hipotensión arterial o la hipoxia².

Por lo tanto, el sistema de monitorización BIS™ se presenta como una herramienta objetiva, sin diferencias interobservador⁷ y de uso sencillo para la dosificación óptima farmacológica durante procedimientos de sedoanalgesia o en la vigilancia del paciente con estados clínicos que requieren reevaluación periódica del nivel de consciencia.



LA MONITORIZACIÓN BIS CONTRIBUYE EN LA GARANTÍA DE LA SEGURIDAD CLÍNICA DEL PACIENTE

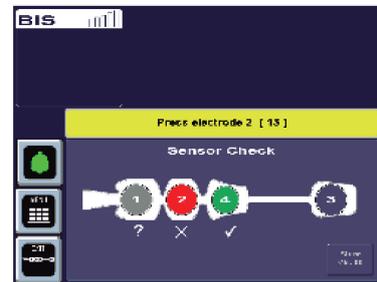


Figura 7. Pantalla gráfica de verificación del sensor BIS™

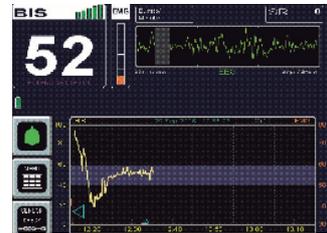


Figura 8. Pantalla de monitorización BIS™

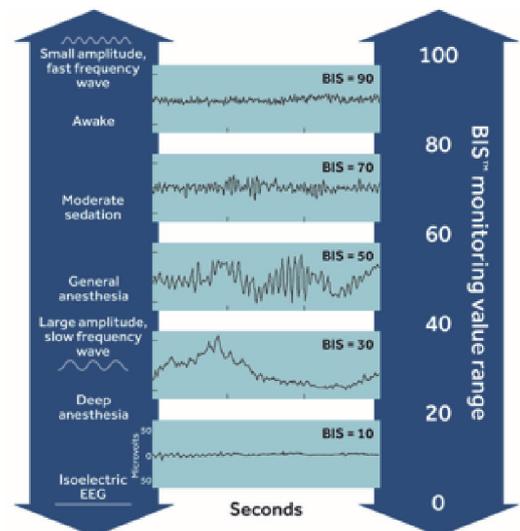


Figura 9. Valor de monitorización BIS™ relacionado con la valoración clínica y el estado del EEG durante la administración de agentes anestésicos



“
**EL BIS ES UNA
 MEDICIÓN
 OBJETIVA
 CONTINUA
 DEL NIVEL DE
 CONCIENCIA DEL
 PACIENTE**”

**TABLA 1.
 INTERPRETACIÓN
 DE LOS VALORES BIS¹**

VALOR BIS	INTERPRETACIÓN
100-80	Paciente despierto o sedación ligera
80-60	Sedación moderada
60-40	Sedación profunda
<40	Sedación muy profunda
0	Supresión del EEG

**TABLA 2.
 INTERPRETACIÓN
 DE LOS VALORES ICS²**

VALOR ICS	INTERPRETACIÓN
>50	Datos de EEG fiables
15-50	Datos de EEG poco fiables
<15	No datos

BIBLIOGRAFÍA

1. Medtronic. Monitoring consciousness using the Bispectral Index™ (BISTM) brain monitoring system [Internet]. 2019 [citado 26 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.medtronic.com/content/dam/covidien/library/us/en/product/brain-monitoring/bis-complete-4-channel-monitoring-consciousness-during-anesthesia-brochure.pdf>
2. Mathur S, Jain A. Bispectral Index [Internet]. StatPearls. StatPearls Publishing; 2019 [citado 17 de junio de 2019]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30969631>
3. Avidan MS, Zhang L, Burnside BA, Finkel KJ, Searleman AC, Selvidge JA, et al. Anesthesia awareness and the Bispectral Index. *New England Journal of Medicine* [Internet]. 13 de marzo de 2008;358(11):1097-108. Disponible en: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0707361>
4. National Institute for Health and Clinical Excellence. Depth of anaesthesia monitors – Bispectral Index (BIS), E-Entropy and Narcotrend-Compact M. Diagnostics guidance [DG6] [Internet]. 2012 [citado 26 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.nice.org.uk/guidance/dg6/informationforpublic>
5. Tschiedel E, Müller O, Marina A, Felderhoff-Müser U, Dohna-Schwake C. The influence of BIS monitoring on sedative dose in pediatric patients undergoing open muscle biopsies – a randomized controlled trial. *Klinische Pädiatrie* [Internet]. 18 de marzo de 2018 [citado 24 de junio de 2019];230(02):68-72. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29045997>
6. Puente Barbas J, Navarro Suay R, Gutiérrez Ortega C, Gilsanz Rodríguez F, Puente Barbas J, Navarro Suay R, et al. Different alternatives to locate the BIS® monitor sensor facilitating its use in the military realm. *Sanidad Militar* [Internet]. 2018 [citado 13 de junio de 2019];74(2):90-6. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1887-85712018000200090&lng=en&nrm=iso&tlng=es
7. Gómez de Quero Masía P. Monitorización mediante índice bispectral de niños sometidos a procedimientos invasivos bajo sedoanalgesia con propofol y fentanilo en cuidados intensivos pediátricos [Internet]. Salamanca; 2016. Disponible en: https://qredos.usal.es/bitstream/handle/10366/132802/INCyL_GomezdeQueroP_Monitorizacion.pdf;jsessionid=C8154C0FD-C6AD64FID28D8E7A5F7A87?sequence=2