

Aplicación del índice biespectral en la monitorización del niño enfermo crítico

S. Mencía Bartolomé, J. López-Herce Cid, A. Lamas Ferreiro, R. Borrego Domínguez, L. Sancho Pérez y A. Carrillo Álvarez

Sección de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. España.

El índice biespectral (BIS) es un número que evalúa el grado de hipnosis al estimar el nivel de actividad eléctrica cerebral mediante el análisis de las frecuencias de las ondas del electroencefalograma (EEG). Desarrollado fundamentalmente para controlar la hipnosis durante la cirugía, ha empezado a utilizarse en los pacientes críticos, aunque hay muy poca experiencia en niños. Presentamos 6 casos en que el BIS permitió ajustar la sedación de 2 pacientes que recibían analgésicos, con y sin relajación muscular, controlar la sedación durante una intervención quirúrgica realizada en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP), monitorizar de manera continuada el estado de consciencia en una niña con encefalitis y detectar precozmente el estado de muerte encefálica. También observamos que el marcapasos cardíaco produce interferencias que pueden alterar el valor del BIS. Concluimos que el BIS es un método no invasivo que puede ser útil para la monitorización del estado de consciencia de los niños enfermos críticos.

Palabras clave:

Índice biespectral. BIS. Sedación. Cuidados intensivos. Pediatría.

USE OF THE BISPECTRAL INDEX (BIS) IN MONITORING CRITICALLY-ILL CHILDREN

The Bispectral Index (BIS) is a single numeric value that indicates the depth of hypnosis by estimating the level of electrical activity in the brain through analysis of the frequency bands in the electroencephalogram. The BIS was primarily developed to monitor the level of hypnosis during surgery and has recently begun to be used in critically-ill patients. Currently, there is little experience of the BIS in critically-ill children. We present 6 cases that illustrate the utility of BIS monitoring in the PICU. We assessed sedation and analgesia during mechanical ventilation with and

without neuromuscular block in two patients, and the effect of anesthetic agents during a surgical procedure in the PICU. The BIS was also useful in the continuous monitoring of the level of consciousness in a patient with encephalitis and in the early detection of brain death. Pacer-induced artefacts in the BIS value are also described. We conclude that BIS monitoring may be a useful, noninvasive method for assessing the level of hypnosis in critically-ill children.

Key words:

Bispectral index. BIS. Sedation. Intensive care. Pediatric.

INTRODUCCIÓN

Obtener un grado óptimo de sedación y analgesia es un aspecto muy importante para el correcto tratamiento del niño enfermo crítico. El objetivo es conseguir una sedación y analgesia suficientes para eliminar el dolor, la ansiedad y agitación sin provocar efectos secundarios como una disminución excesiva de la actividad cerebral y/o respiratoria, ya que una sedación y analgesia inadecuadas pueden prolongar la ventilación mecánica y aumentar la morbimortalidad y la duración del ingreso en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) de los niños enfermos críticos¹.

Sin embargo, conseguir este objetivo es complicado porque evaluar el estado de consciencia, sedación y analgesia es subjetivo y los medios disponibles para su monitorización son escasos. Los métodos más utilizados para analizar el estado de sedación son las escalas clínicas de puntuación que analizan diferentes parámetros fisiológicos. En niños las más utilizadas son la escala de Ramsay modificada² y la de Comfort en los pacientes miorelajados³, aunque ambas son poco sensibles a los cambios en la profundidad del nivel de sedación.

Correspondencia: Dr. S. Mencía Bartolomé.

Sección de Cuidados Intensivos Pediátricos. Edificio Materno-infantil.
Hospital General Universitario Gregorio Marañón.
Dr. Castelo, 47. 28009 Madrid. España.
Correo electrónico: santiagomencia@yahoo.es

Recibido en febrero de 2005.

Aceptado para su publicación en septiembre de 2005.

En los últimos años se han desarrollado varios métodos que permiten analizar de forma objetiva el grado de consciencia mediante el análisis del electroencefalograma (EEG). Los más utilizados son los potenciales audioevocados y el índice bispectral (BIS)^{4,5}. Éste estima el grado de actividad eléctrica cerebral y, por tanto, el de sedación del paciente mediante el análisis de las frecuencias de las ondas de EEG (SFS% frecuencias rápidas/% frecuencias lentas)⁵. La información del EEG se obtiene a través de un sensor que se coloca en la frente del paciente (fig. 1). Su valor puede oscilar entre 0 y 100; 0 en el caso de supresión completa del EEG y 100 en el paciente completamente despierto.

La monitorización del BIS ha sido validada como medida de hipnosis en adultos y niños mayores de un año. Ha sido utilizada fundamentalmente en anestesia intraoperatoria, y se considera que el rango óptimo de sedación profunda para cirugía se encuentra entre 40 y 60. Posteriormente, su uso se ha ampliado a los adultos críticos^{6,7}. Su empleo en niños es todavía incipiente, aunque algunos estudios ya han demostrado su utilidad durante la cirugía^{8,9} y en pacientes ingresados en la UCIP^{10,11}.

El objetivo de este trabajo es presentar algunos casos en que la monitorización del BIS puede ser un complemento útil en la evaluación del nivel de consciencia y la estrategia de sedación de los niños enfermos críticos y mostrar alguna de sus limitaciones.

CASOS CLÍNICOS

Caso 1

Niño de 5 meses de edad que ingresó en la UCIP tras cirugía correctora de cardiopatía congénita compleja (D-TGA con estenosis pulmonar). Precisó aumentar de forma progresiva las dosis de fentanilo hasta 10 µg/kg/h y de midazolam hasta 0,7 mg/kg/h. A los 4 días del ingreso, y ante las dosis tan elevadas de sedación, se monitorizó el BIS. Presentaba cifras de 28-30 que indicaban sedación excesiva, por lo que se disminuyó la dosis de midazolam hasta 0,4 mg/kg/h manteniendo a igual dosis el fentanilo, con lo que el BIS se estabilizó en 48-58 sin alterarse el estado clínico. Se mantuvo sedado, con analgesia y sometido a ventilación mecánica durante 63 días, por bajo gasto cardíaco, hiperaflujo pulmonar y quilotórax persistente. Tras dos intentos fallidos se logró extubar y fue dado de alta.

Caso 2

Niño de 2 años con miocardiopatía dilatada que ingresó en la UCIP por insuficiencia cardíaca y precisó ventilación mecánica prolongada, sedoanalgesia con midazolam a 1,5 mg/kg/h, fentanilo a 7 µg/kg/h y relajación muscular con vecuronio a 0,1 mg/kg/h que se monitorizó con el tren de cuatro. El BIS presentaba valores de 70-75, que orientaban a una hipnosis insuficiente. Se inició perfusión de propofol a 2 mg/kg/h, con lo que se consiguió



Figura 1. Sistema de colocación del BIS en la frente del paciente.

un BIS de 50. Finalmente, se realizó trasplante cardíaco con evolución posterior favorable y alta a los 37 días.

Caso 3

Niño de 2 meses con neumonitis intersticial crónica con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) e inestabilidad hemodinámica tratado con ventilación de alta frecuencia oscilatoria, que presentó una perforación duodenal secundaria a una sonda de alimentación transpilórica. Por su situación crítica, se decidió realizar la cirugía en la UCIP. Durante la cirugía se aumentaron las perfusiones de fentanilo y midazolam y se utilizaron bolus i.v. ajustándose la sedación para alcanzar puntuaciones del BIS entre 30 y 50. La intervención quirúrgica finalizó sin incidencias. Posteriormente, presentó nuevas perforaciones intestinales y falleció por cuadro de shock séptico.

Caso 4

Niña de 5 años que ingresó en la UCIP por encefalitis aguda posvaricela con alteración del nivel de consciencia y crisis convulsiva focal secundariamente generalizada. Recibió tratamiento anticonvulsivo con valproato sódico en perfusión continua y después vía enteral con buena respuesta. Durante los primeros 8 días de ingreso presentó cifras de BIS entre 25 y 30 coincidiendo con disminución importante del estado de consciencia con escala de Glasgow de 8-9, sin recibir tratamiento con sedantes. En los EEG se observaron signos de sufrimiento cerebral difuso sin foco epiléptico. A partir del octavo día comenzaron a aumentar de forma progresiva las cifras de BIS hasta alcanzar valores de vigilia sin cambiar inicialmente la escala de Glasgow. Tras 24 h se evidenció una clara recuperación clínica con evolución posterior favorable sin presentar ningún tipo de secuelas neurológicas.

Caso 5

Niña de 4 años con shock cardiogénico por miocardiopatía dilatada. Se realiza trasplante cardíaco sin conse-

guir salir de bomba de extracorpórea, por lo que ingresó en la UCIP sedada y relajada con oxigenación de membrana extracorpórea (ECMO). El BIS inicial fue de 15 y 1 h después disminuye hasta 0, manteniéndose igual a pesar de retirar sedoanalgesia y relajación. La exploración clínica fue de coma arreactivo con ausencia de reflejos. El EEG continuo y los potenciales audioevocados confirmaron la ausencia de actividad eléctrica cerebral, por lo que tras comprobar la ausencia de flujo cerebral por eco-Doppler se retiró la asistencia.

Caso 6

Varón de 10 meses intervenido de canal auriculoventricular completo con estenosis pulmonar. En el postoperatorio inmediato presentó bajo gasto cardíaco, que precisó sedoanalgesia profunda con fentanilo a 4 µg/kg/h, midazolam a 0,3 mg/kg/h y miorelajación con vecuronio a 0,1 mg/kg/h, con lo que mantuvo un BIS entre 40 y 45. El segundo día de ingreso comenzó con taquicardia ectópica de la unión por lo que se indujo hipotermia y se mantuvo con ritmo de marcapasos. Tras el inicio de la activación del marcapasos el BIS aumentó a cifras de 55-60, disminuyendo el índice la calidad de señal y aumentando el valor del electromiograma (EMG). En repetidas ocasiones se comprobó que al suspender el marcapasos la puntuación BIS descendía 15-20 puntos.

DISCUSIÓN

La sedación y analgesia adecuadas disminuyen la morbilidad y mejoran el pronóstico de los pacientes críticos¹². La evaluación de la sedación en el niño se realiza mediante escalas clínicas subjetivas¹³ a las que se añaden parámetros hemodinámicos (frecuencia cardíaca, presión arterial) que no necesariamente se correlacionan con la profundidad de la sedación, ya que se controlan subcorticalmente^{14,15}.

En los niños enfermos críticos es frecuente la sedación excesiva, que puede producir depresión cardiovascular, y aumentar la duración de la ventilación mecánica, la incidencia de neumonía y el desarrollo del síndrome de abstinencia. Por otra parte, cuando la sedación se prolonga, se produce tolerancia farmacológica y riesgo de mantener al niño con insuficiente tratamiento. En estas situaciones, la utilización de métodos objetivos no invasivos como el BIS, que permiten monitorizar el estado de consciencia del niño crítico, pueden ser de gran utilidad¹⁶.

En la práctica clínica, las escalas clínicas de evaluación de sedación y analgesia evalúan parámetros similares (frecuencia cardíaca, presión arterial, tono muscular, etc.). Esto puede llevar a un exceso de sedación como ocurrió en nuestro paciente n.º 1 o a una excesiva analgesia y escasa sedación. Al evaluar sólo la hipnosis el BIS permite discriminar entre las necesidades de sedación y analgesia, facilitando el ajuste de los fármacos y quizá realizar una retirada más rápida de los mismos al poder optimizar las dosis. La utilidad es mayor en el paciente que está mio-

relajado, en el que es muy difícil la evaluación clínica de la sedación y existe el riesgo de mantener a un paciente miorelajado con escasa sedación¹⁷, como ocurrió en nuestro paciente n.º 2.

La monitorización de la anestesia durante la cirugía ha sido la principal indicación del BIS. Se ha demostrado una buena correlación del BIS con numerosos agentes anestésicos como el isoflurano, sevoflurano y propofol^{6,8}, y es más irregular cuando se utilizan fármacos con acción analgésica como la ketamina y el óxido nítrico¹⁸. También puede ser útil para la monitorización cuando se realizan técnicas invasivas que precisan de sedación^{17,19}, y para el control de la sedación en técnicas quirúrgicas realizadas en la UCIP, como ocurrió en nuestro paciente n.º 3. Aunque la experiencia en niños todavía es escasa, estudios recientes señalan su utilidad en anestesia y cuidados intensivos pediátricos^{10,20}.

Otra posible aplicación del BIS (aún por validar) sería la evaluación del grado de consciencia en pacientes con alteración cerebral aguda sin sedoanalgesia, como muestra el caso n.º 4. En esta niña existió una correlación excelente entre las cifras del BIS y la evolución del estado de consciencia, iniciándose el ascenso de las cifras del BIS antes de que se evidenciara de forma clínica.

El BIS también podría ser de gran utilidad en la detección de la muerte encefálica en pacientes en coma profundo o sedoanalgesiado con o sin relajación muscular, para iniciar lo antes posible los trámites de posible donante de órganos o para retirar la asistencia como ocurrió en nuestra paciente n.º 5.

Sin embargo, la monitorización con el BIS también tiene limitaciones. Su utilidad no ha sido todavía evaluada en lactantes y se puede interferir por otros estímulos como las contracciones musculares faciales, sobre todo en niños mayores. El valor del EMG que mide el propio monitor nos puede orientar sobre estas interferencias. También se pueden producir interferencias por aparatos eléctricos como el bisturí eléctrico o el marcapasos externo que pueden producir falsos aumentos del BIS como ocurrió en nuestro paciente n.º 6²¹.

Concluimos que el BIS es un método no invasivo que puede ser útil para la monitorización del estado de sedación en los niños enfermos críticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kollef M, Levy NT, Ahrens TS, Schaiff R, Prentice D, Sherman G. The use of continuous i.v. sedation is associated with prolongation of mechanical ventilation. *Chest* 1998;114:541-8.
2. De Jonghe B, Cook D, Appere-De-Vecchi C, Guyatt G, Meade M, Outin H. Using and understanding sedation scoring systems: A systematic review. *Intensive Care Med.* 2000;26:275-85.
3. Ista E, Van Dijk M, Tibboel D, De Hoog M. Assessment of sedation levels in pediatric intensive care patients can be improved by using the COMFORT "behavior" scale. *Pediatr Crit Care Med.* 2005;6:58-63.

4. Weber F, Bein T, Hobbhahn J, Taeger K. Evaluation of the Alaris Auditory Evoked Potential Index as an indicator of anesthetic depth in preschool children during induction of anesthesia with sevoflurane and remifentanyl. *Anesthesiology*. 2004; 101:294-8.
5. Rampil IJ. A primer for EEG signal processing in anesthesia. *Anesthesiology*. 1998;89:980-1002.
6. Glass PS, Bloom M, Kearse L, Rosow C, Sebel P, Manberg P. Bispectral analysis measures sedation and memory effects of propofol, midazolam, isoflurane, and alfentanil in healthy volunteers. *Anesthesiology*. 1997;86:836-47.
7. Sebel PS, Lang E, Rampil IJ, White PF, Cork R, Jopling M, et al. A multicenter study of Bispectral electroencephalogram analysis for monitoring anesthetic effects. *Anesth Analg*. 1997;84:891-9.
8. Denman WT, Swanson EL, Rosow D, Ezbicki K, Connors PD, Rosow CE. Pediatric evaluation of the bispectral index (BIS) monitor and correlation of BIS with end-tidal sevoflurane concentration in infants and children. *Anesth Analg*. 2000;90:872-7.
9. Bannister CF, Brosius KK, Sigl JC, Meyer BJ, Sebel PS. The effect of bispectral index monitoring on anesthetic use and recovery in children anesthetized with sevoflurane in nitrous oxide. *Anesth Analg*. 2001;92:877-81.
10. Aneja R, Heard AM, Fletcher JE, Heard CM. Sedation monitoring of children by the Bispectral index in the pediatric intensive care unit. *Pediatric Crit Care Med*. 2003;4:60-4.
11. Courtman SP, Wardurgh A, Petros AJ. Comparison of the bispectral index monitor with the Comfort score in assessing level of sedation of critically ill children. *Intensive Care Med*. 2003; 29:2239-46.
12. Anand KJ, Sippel WG, Aynsley-Green A. Pain, anaesthesia and babies. *Lancet*. 1987;2:1210-2.
13. Hansen-Flaschen J, Cowen J, Polomano RC. Beyond the Ramsay scale: Need for a validated measure of sedating drug efficacy in the intensive care unit. *Crit Care Med*. 1994;22: 732-3.
14. Wang J, Liu J, White PF, Klein KW, Browne RH. Effects of end-tidal gas monitoring and flow rates on hemodynamic stability and recovery profiles. *Anesth Analg*. 1994;79:538-44.
15. McCann ME, Bacsik J, Davidson A, Auble S, Sullivan L, Laussen P. The correlation of bispectral index with end tidal sevoflurane concentration and haemodynamic parameters in preschoolers. *Paediatric Anaesthesia*. 2002;12:519-25.
16. Grindstaff RJ, Tobias JD. Applications of bispectral index monitoring in the pediatric intensive care unit. *J Intensive Care Med*. 2004;19:111-6.
17. Tobias JD, Berkenbosch JW. Tolerance during sedation in a pediatric ICU patient: Effects on the BIS monitor. *J Clin Anesth*. 2001;13:122-4.
18. 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.
19. Agrawal D, Feldman HA, Krauss B, Waltzman ML. Bispectral index monitoring quantifies depth of sedation during emergency department procedural sedation and analgesia in children. *Ann Emerg Med*. 2004;43:247-55.
20. Laussen PC, Murphy JA, Zurakowski D, Sullivan LJ, McCowan FX, Demaso DR. Bispectral index monitoring in children undergoing mild hypothermic cardiopulmonary bypass. *Paediatr Anaesth*. 2001;11:567-73.
21. Gallagher JD. Pacer-induced artefact in the bispectral index during cardiac surgery. *Anesthesiology*. 1999;90:636.