

Revista de la Asociación Mexicana de
Medicina Crítica y Terapia Intensiva

Volumen 18
Volume

Número 6
Number

Noviembre-Diciembre 2004
November-December

Artículo:

Monitorización biespectral en la unidad de terapia intensiva: aplicación clínica y evidencias actuales

Derechos reservados, Copyright © 2004:
Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva, AC

Otras secciones de este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

Others sections in this web site:

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Medigraphic.com

Monitorización biespectral en la unidad de terapia intensiva: aplicación clínica y evidencias actuales

Dr. José Manuel Ramírez Hernández,* Dr. José Flores Figueroa†

RESUMEN

El índice de monitorización biespectral, un procedimiento no invasivo de reciente introducción, ha sido utilizado y aplicado en el quirófano y en la unidad de cuidados intensivos en pacientes con sedación, coma barbitúrico, estado epiléptico, hipoglucemia, hipotermia, flujo cerebral bajo, ventilación mecánica y en pacientes sometidos a procedimientos no invasivos a la cabecera de la cama. Esta técnica es una herramienta útil para reducir los eventos de agitación del paciente y el retiro involuntario/accidental de los dispositivos médicos; ofrece también seguridad en el grado de sedación del paciente, permitiendo la adaptación del tipo y cantidad de fármacos utilizados y la reducción de costos. El equipo es pequeño y fácil de utilizar.

Palabras clave: Índice biespectral, monitoreo, unidad de terapia intensiva, aplicaciones.

Las técnicas de monitoreo en la unidad de terapia intensiva (UTI), día a día se modernizan; recientemente el avance tecnológico ha permitido aumentar las opciones y posibilidades de vigilancia neurológica, de entre las que destacan: electroencefalografía continua, potenciales auditivos evocados, velocidad de conducción nerviosa, transmisión neuromuscular, además de las ya existentes como monitoreo de la presión intracranal. Los pacientes que se encuentran graves en la UTI frecuentemente requieren de ventilación mecánica, la cual para alcanzar su objetivo requiere que los pacientes se encuentren bajo efecto de sedación; recordemos que

SUMMARY

The bispectral index, a non invasive procedure of recent introduction, has been used and applied in the operating room and the intensive care unit in patients with sedation, barbiturate coma, status epilepticus, hypoglycemia, hypothermia, low cerebral flow, assisted mechanical ventilation and in patients undergoing to non invasive procedures at the bedside. This technique is a useful tool to reduce the events of patient's agitation, the involuntary/accidental retirement of medical devices; it offers security in the sedation degree allowing the adaptation of type and quantity of drugs to be used and the reduction of costs also. The equipment is small and easy to handling.

Key words: Bispectral index, monitoring, intensive care unit, applications.

la sedación inadecuada asociada a ansiedad y agitación afecta hasta 70% de los pacientes en algún momento de su estancia,¹ además ha sido ampliamente reportada la experiencia de pacientes que estuvieron internados en una UTI, los cuales recuerdan eventos no placenteros, dolorosos o estresantes y hasta en una tercera parte recuerdan el momento en que se removió algún dispositivo médico durante su estancia.²⁻⁴

Durante mucho tiempo no existió una técnica o procedimiento específico dentro de las UTIs que permitiera el monitoreo del grado de sedación de un enfermo, tradicionalmente se ha utilizado la medición de los efectos de la actividad autonómica, como los cambios en la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la agitación psicomotriz para determinar el grado de sedación de los pacientes en la UTI. La escala de Ramsay (*cuadro I*) fue la primera en desarrollarse⁵ y ser validada para determinar el grado de sedación, aunque tiene utilidad limitada para estratificar la agitación en los pacientes de la UTI.⁶



* Médico Intensivista adscrito a la Unidad de Terapia Intensiva.

† Residente de Medicina Interna.

En este contexto se desarrolló la escala de agitación-sedación de Riker (*cuadro II*) para monitorizar el grado de sedación, agitación y cooperación del paciente en la UTI,⁷ modificándose posteriormente hasta llegar a la escala de valoración de la actividad motora (*cuadro III*).⁸

Se han desarrollado también escalas para monitorizar la sedación y tolerancia de la ventilación mecánica,⁹ así como el umbral al dolor y tolerancia a éste (*cuadro IV*); aunque consideradas estándar tienen poca valoración objetiva y en ocasiones no se correlacionan con otras escalas dentro de la UTI.^{10,11} La medición objetiva del nivel de sedación es especialmente útil en los pacientes con sedación muy profunda o cuando el uso de bloqueo neuromuscular terapéutico impide la observación de comportamiento del paciente.

El primer método en utilizarse fue la monitorización por electroencefalograma (EEG), en la que se puede identificar la frecuencia y amplitud de las ondas tratando de clasificar el trazo en un patrón específico (*cuadro V*), tiene asociación con el grado de sedación del paciente,^{12,13} sin embargo requiere de equipo sofisticado y entrenamiento especializado para su interpretación.¹⁴ Recientemente se ha desarrollado el índice biespectral (BIS), el cual es un nuevo parámetro de monitorización del estado cerebral, funciona mediante la adquisición de datos obtenidos por señales electroencefalográficas y se relaciona con el grado de sedación del paciente, tiene un rango que va de 0 a 100 (*figura 1*). En el pa-

ciente despierto y con actividad eléctrica normal en la corteza cerebral alcanza un valor de hasta 100 y en el paciente con mínima a nula actividad eléctrica cerebral tiene un valor de 0 (EEG isoelectrónico).

ANTECEDENTES

El análisis BIS fue introducido por primera vez para el estudio del movimiento de las olas marinas,¹⁵ cambios en la presión atmosférica¹⁶ y actividad sísmica.¹⁷ Éste se desarrolló en base del análisis de variables determinadas componentes del EEG incluyendo el grado de supresión (SR), el poder relativo en varios rangos de frecuencia y componentes biespectrales adicionales, así como reduciendo componentes de fase originado de señales de origen no lineal, como el sistema nervioso central, integrándolas en una sola variable numérica producto de la comparación de medidas estandarizadas con distribución gaussiana normal y diferentes niveles de depresión con aumento en amplitud y disminución de frecuencia, logrando mediante análisis computarizado llevar a un índice numérico.¹⁸ Ha evolucionado desde el desarrollo de la versión 1.0 en 1992 hasta actualmente la versión 3.4 desarrollada en 1999, con mejorías significativas en el reconocimiento de artefactos y supresión de ondas (Signal Quality Index SQI).

MONITORIZACIÓN DE LA SEDACIÓN DURANTE LOS EVENTOS ANESTÉSICOS

Esta técnica de monitoreo ha sido utilizada en la vigilancia de los pacientes durante un evento anestésico, en un estudio multicéntrico de 300 pacientes utilizando diferentes técnicas anestésicas demostró que los pacientes con monitorización BIS ajustando la dosis del anestésico a niveles por debajo de 60 tuvieron respuestas de movimiento menores que aquéllos con monitorización convencional (43% vs

Cuadro I. Escala de Ramsay para sedación.

1	Paciente ansioso, agitado o inquieto
2	Paciente cooperador, orientado, tranquilo
3	Paciente dormido, responde a órdenes
4	Paciente dormido, respuesta rápida a estímulos
5	Paciente dormido, respuesta lenta a estímulos
6	Paciente dormido, ausencia de respuesta

Cuadro II. Escala de agitación-sedación de Riker.

7	Agitación peligrosa	Agitado, trata de jalar tubo endotraqueal o catéteres, trata de levantarse de la cama
6	Muy agitado	No se calma a pesar de comandos verbales, requiere de sujeción física, muerde tubo endotraqueal
5	Agitado	Ansioso o moderadamente agitado, intenta levantarse, se calma al comando verbal
4	Calmado y cooperador	Calmado, despierta fácilmente, sigue comandos
3	Sedado	Difícil de despertar, despierta a estímulos físicos, sigue comandos
2	Muy sedado	Despierta a estímulos físicos pero no se comunica o sigue algún comando, se mueve espontáneamente
1	Sin respuesta	Mínima o no respuesta a estímulos dolorosos, no se comunica o sigue comandos

13%),¹⁹ en un estudio ciego, controlado, multicéntrico de 302 pacientes en quienes se utilizó propofol-alfentanil-óxido nitroso demostró que los pacientes con monitorización BIS llevados a niveles de 45-60 pueden requerir niveles menores de fármacos sedantes sin llegar a niveles subóptimos, además de una recuperación más rápida y periodo de extubación más rápido (7.2 min vs 11.2, IC 95%).²⁰ Se ha comparado además el índice BIS con los índices de sedación e hipnosis en el ámbito clínico, se validó la escala inicialmente en más de 400 pacientes que fueron sometidos a procedimiento anestésico comparado con evaluación de EEG y de escalas de sedación, logrando una concordancia más precisa que con el EEG en los períodos de pre-incisión, procedimiento quirúrgico y despertar.²¹ Así como además se ha logrado corroborar concordancia del índice BIS con los efectos hipnóticos de diferentes fármacos como propofol, midazolam, metohexitol, isoflurano, sevoflurano y éter.¹²⁻²⁹ En contraste con otros agentes anestésicos la ketamina tiene efectos

excitatorios en el EEG, a dosis de 0.25-0.5 mg/kg suficientes para producir ausencia de respuesta a estímulos no reduce el índice BIS.^{30,31} Aun cuando se utiliza en combinación con otros agentes como propofol hasta alcanzar niveles de sedación no logra disminución en el índice BIS.³² La inhalación de óxido nitroso a concentraciones tan altas como 70% llegando a niveles de sedación tampoco modifica el índice BIS,^{33,34} aunque no hay estudios sobre la combinación de óxido nitroso con otros agentes anestésicos.

MONITORIZACIÓN DE ÍNDICE BIS EN LA UTI

La introducción de esta modalidad de monitoreo cerebral en las UTIs es reciente, la experiencia aún es poca, sin embargo, en los Estados Unidos de Norteamérica y algunos países europeos, cuentan con algunos años empleándolo. Recientemente se ha introducido esta tecnología en nuestro país. Se ha utilizado el índice BIS para monitorizar el nivel de sedación de los pacientes en la UTI sometidos a ventilación mecánica (*figuras 2A y 2B*). En el estudio de De Deyne y cols, donde incluyeron 18 pacientes se encontró que niveles del índice BIS menores de 66 se correlacionaron mejor con tolerancia ventilatoria comparado con los pacientes con niveles mayores, ambos con escalas de Ramsay de 6.³⁵ En el estudio de Simmons y cols, realizado en 63 pacientes con ventilación mecánica se encontró que el índice BIS menor de 63 se correlacionó con menores eventos de agitación utilizando valores similares en la escala de agitación-sedación.³⁶ Sin embargo, en el estudio de Frenzel y cols. con 19 pacientes se encontró correlación con el grado de sedación sólo en 58% de los pacientes, sugiriendo la necesidad de mayores estudios en pacientes con niveles bajos de sedación.³⁷

Cuadro IV. Escala numérica de dolor.

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
No dolor					Dolor moderado					Peor dolor

Cuadro V. Bandas de frecuencia del EEG.

Banda de frecuencia	Rango de frecuencia (Hz)
Muy bajas (Delta)	0-4 Hz
Baja (Theta)	4-8 Hz
Media (Alfa)	8-14 Hz
Alta (Beta)	14-30 Hz

Cuadro III. Escala de valoración de la actividad motora.

6	Agitación peligrosa	No se requieren estímulos externos para iniciar movimiento, y trata de quitarse tubos o catéteres, o trata de levantarse de la cama, y no se calma a la voz
5	Agitado	No se requieren estímulos externos para iniciar movimiento, y trata de sentarse o poner los pies fuera de cama, y no sigue comandos
4	Inquieto y cooperador	No se requieren estímulos externos para iniciar movimiento, y trata de tomar tubos o cánulas, o se descubre a sí mismo, y sigue comandos
3	Calmado y cooperador	No se requieren estímulos externos para iniciar movimiento, y se ajusta sabanas o ropa, y sigue comandos
2	Responde a la voz o tacto	Abre los ojos o levanta las cejas, o mueve la cabeza en respuesta a estímulos, o mueve los brazos cuando se le toca o se le llama por su nombre
1	Responde a estímulos dolorosos	Abre los ojos o levanta las cejas, o mueve la cabeza en respuesta a estímulos, o mueve los brazos cuando se le aplica un estímulo doloroso
0	Sin respuesta	Mínima o no respuesta a estímulos dolorosos, no se comunica o sigue comandos

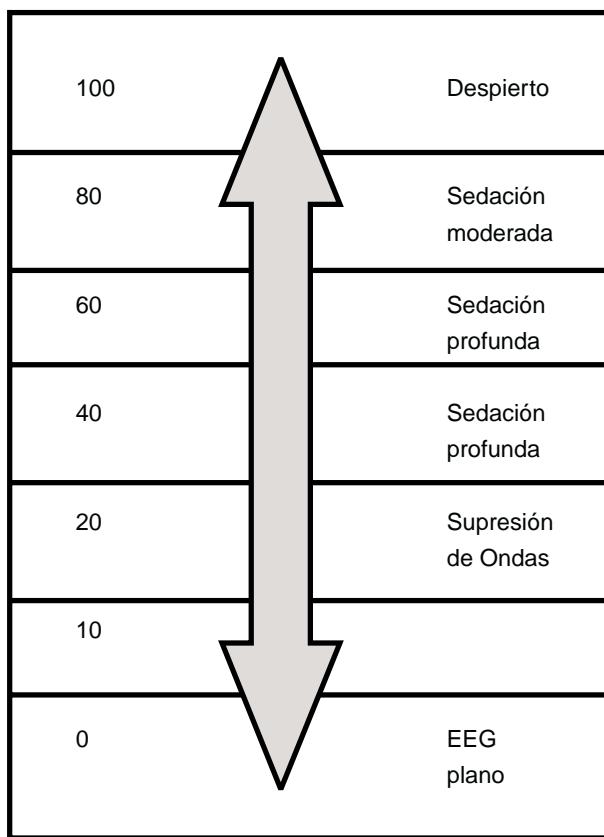


Figura 1. Rangos del índice BIS.

Así mismo, se ha utilizado el índice BIS como indicador de la inducibilidad de crisis convulsivas bajo anestesia con tiopental, en un estudio con 16 pacientes quienes requirieron de terapia electroconvulsiva y fueron sometidos a anestesia con tiopen-tal se encontró correlación entre índices mayores de 55 y posibilidad de sufrir crisis convulsivas de más de 30 segundos de duración comparado con aquéllas con índices menores, sin encontrar correlación con los niveles séricos del tiopental.³⁸ Lo cual ha sugerido su utilidad en la monitorización de pacientes en control por estatus epiléptico, en un reporte de caso se demostró la utilidad del índice BIS, éste se correlaciona fuertemente con el índice de supresión epiléptica mediante EEG en un niño llevado a coma barbitúrico.³⁹ Existe también la correlación entre hipoglucemia y enlentecimiento de ondas de actividad eléctrica en la monitorización con EEG.^{40,41} Así mismo, se ha descrito el descenso en el índice BIS durante un evento de hipoglucemia con incremento subsecuente a su corrección en un paciente de 86 años con sedación continua,⁴² lo que sugiere entonces utilidad en la monitorización

BIS de pacientes sedados con riesgo de sufrir hipoglucemia, aunque se requieren mayores estudios.

En los pacientes con resucitación cardiopulmonar avanzada en quienes las maniobras son prolongadas se desconoce el tiempo máximo específico para continuar con viabilidad cerebral, en un reporte de caso de un paciente masculino de 67 años quien fue intervenido quirúrgicamente para resección de metástasis pulmonares y sufrió estado de choque hipovolémico severo en el periodo postoperatorio, se observó que durante la resucitación a pesar de que el paciente tuvo pupilas arrefléxicas al estímulo luminoso mantuvo índice BIS mayor de 60 y tuvo recuperación neurológica *ad integrum* posterior al evento,⁴³ lo que sugiere que la monitorización BIS refleja además eficacia de las maniobras de reanimación para mantener flujo sanguíneo y viabi-



Figura 2A. Monitorización BIS.



Figura 2B. Monitorización BIS.

dad cerebral. Recientemente en una serie de 5 casos pediátricos sometidos a cirugía cardiaca con derivación cardiopulmonar se observó concordancia entre el descenso del índice BIS y caídas en la presión arterial así como en la oxigenación,⁴⁴ lo que traduce que el descenso del índice BIS refleja descenso en la perfusión cerebral.

Se ha encontrado correlación baja entre el grado de la escala de coma de Glasgow en pacientes traumatizados sin sedación y el índice BIS,⁴⁵ una posibilidad que no se ha investigado a fondo. Sin embargo, en un estudio con 31 pacientes en la UTI con deterioro neurológico no traumático se encontró que el índice BIS se correlacionó mejor con el estado de alerta y los cambios en el EEG comparado con otras escalas clínicas.⁴⁶ En pacientes con demencia se ha descrito niveles del índice BIS disminuidos asociados a enlentecimiento del patrón de EEG de base, en un estudio con 36 pacientes con demencia vascular y enfermedad de Alzheimer se encontró un índice BIS ligeramente disminuido durante el periodo de alerta comparado con sujetos sanos control (promedio 96 vs 92) con edades similares.⁴⁷

La hipotermia induce efectos a nivel de sistema nervioso central que son captables mediante monitorización BIS, en un reporte de caso de un niño de 3 años sometido a cirugía con hipotermia severa se correlacionó niveles bajos del índice BIS con el inicio de la hipotermia, así como elevación una vez que ocurrió el incremento de la temperatura corporal,⁴⁸ lo que sugiere la posibilidad de monitorizar los efectos de hipotermia a nivel de sistema nervioso central. En un estudio con 56 pacientes comatosos se encontró concordancia entre niveles de 0 en la monitorización BIS y el diagnóstico de muerte cerebral corroborada mediante angiografía cerebral.^{49,50}

Existen varios elementos que pueden alterar el valor real del índice BIS. La actividad muscular esquelética en pacientes sin bloqueo neuromuscular eleva falsamente los niveles del índice BIS.⁵¹ En un estudio con 45 pacientes sedados en UTI se encontró una elevación en el índice BIS previo al bloqueo neuromuscular (67 ± 19 vs 43 ± 10) asociado a actividad electromiográfica alta.⁵² Puede existir además interferencia en la monitorización BIS con algunos equipos eléctricos, se ha descrito interferencia al momento de utilizar radiofrecuencia en un paciente para ablación de metástasis hepáticas.⁵³ Se ha descrito valores altos en la monitorización BIS, asociados a equipo electromagnético utilizado en cirugía de otorrinolaringología.⁵⁴ En reporte de casos de pacien-

tes sometidos a cirugía cardiaca se observó valores incrementados del índice BIS sin modificación en la sedación al momento de utilizar terapia con calentamiento por aire.⁵⁵

CONCLUSIÓN

Conforme nos movemos hacia la medicina basada en evidencias, las nuevas tecnologías tendrán un papel importante en demostrar de una forma objetiva su eficacia y utilidad, la monitorización BIS ha abierto una nueva modalidad de vigilancia neurológica en el paciente en estado crítico y consecuentemente se encuentran nuevas aplicaciones. Sabemos que la introducción de esta tecnología en nuestro país es reciente, consecuentemente no hay mucha experiencia del uso del monitoreo BIS en las unidades de terapia intensiva, lo que nos motiva a realizar estudios y crear nuestra propia experiencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Fraser GL, Prato BS, Riker RR, Berthiaume D, Wilkins ML. Evaluation of agitation in ICU patients: incidence, severity and treatment in the young versus the elderly. *Pharmacotherapy* 2000;20:75-82.
- Fraser GL, Riker RR, Wilkins ML, Prato BS. The incidence and cost of patient-initiated device removal in the ICU. *Pharmacotherapy* 2001;21:1-6.
- Bergbom-Engber I, Haljamae H. Assessment of patients' experience of discomforts during respiratory therapy. *Crit Care Med* 1989;17:1068-1072.
- Schelling G, Stoll C, Haller M et al. Health-related quality of life and post-traumatic stress disorder in survivors of the acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 1998;26:651-9.
- Ramsay MA, Savenge TM, Simpson BRJ, Goodwin R. Controlled sedation with Alphaxalone-alphadolone. *Br Med J* 1974;2:656-9.
- 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.
- Riker RR, Fraser GL, Cox PM. Continuous infusion of haloperidol controls agitation in critically ill patients. *Crit Care Med* 1994;22:89-97.
- Devlin JW, Boleski G, Mlynarek M et al. Motor Activity Assessment Scale: a valid and reliable sedation scale for use with mechanically ventilated patients in an adult surgical intensive care unit. *Crit Care Med* 1999;27:1271-5.
- Harris CE, O'Donnell C, MacMillan RR et al. Use of propofol by infusion for sedation of patients undergoing haemofiltration: assessment of the effect of haemofiltration on the level of sedation and on blood propofol concentrations. *J Drug Dev* 1991;4(Suppl 3):37-9.
- Devlin JW, Boleski G, Mlynarek M et al. Motor Activity Assessment Scale: a valid and reliable sedation scale for use with mechanically ventilated patients in an adult surgical intensive care unit. *Crit Care Med* 1999;27:1271-5.

11. Chernik DA, Gillings D, Laine H et al. Validity and reliability of the observer's assessment of alertness/sedation scale: study with intravenous midazolam. *J Clin Psychopharmacol* 1990;10:244-51.
12. Gibbs FA, Gibbs EL, Lennox WG. Effect on the electroencephalogram of certain drugs with influence nervous activity. *Arch Intern Med* 1937;60:154-66.
13. Dutton RC, Smith WD, Smith NT. *The use of EEG to predict movement during anesthesia, Consciousness, Awareness and Pain in General Anesthesia*. Edited by Rosen M, Lunn JN, London. Butterworth, 1987:72-82.
14. Drummond JC. Monitoring depth of anesthesia. *Anesthesiology* 2000;93:876-82.
15. Hasselman K, Munk W, MacDonald G. Bispectra of ocean waves. In: Rosenblatt M, ed. *Time series analysis*. New York: John Wiley & Sons, 1963:125-39.
16. MacDonald G. *The bispectra of atmospheric pressure records*. Proc IBM computing symp on statics White Plains, NY: IBM, 1963:247-64.
17. Haubrich RA. Earth noise, 5 to 500 millicycles per second. *J Geophys Res* 1965;70:1415-27.
18. Sigil JC, Chamoun NG. An introduction to bispectral analysis for the electroencephalogram. *J Clin Monit* 1994; 10:392-404.
19. Sebel PS, Lang E, Rampil IJ, White PF, Corck RC, Joppling M, Smith NT, Glass PSA, Manberg PJ. A multicenter study of bispectral electroencephalography analysis for monitoring anesthetic effect. *Anesth Analg* 1997;84: 891-9.
20. Gan TJ, Glass PSA, Windsor A, Payne F, Rosow CE, Sebel PS, Manberg PJ, and the BIS Utility Study Group. Bispectral index monitoring allows faster emergence and improved recovery from propofol, alfentanil, and nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology* 1997;87:808-15.
21. 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(4):836-847.
22. Bloom M, Whitehurst S, Mandel M, Policar R et al. Bispectral Index as an EEG Measure of Sedation With Methohexitol. *Anesthesiology* 1996;85(3A):A461.
23. Billiard V, Plaud B, Boulay G, Bocquet R, Debaene B et al. Monitoring Induction and Maintenance of Sevoflurane Anesthesia by Bispectral Analysis of EEG: Preliminary Report. *Anesthesiology* 1996;85(3A):A352.
24. Kearse L, Rosow C, Glass P, Sigl J. Et al. Monotonic Changes in EEG Bispectral Index Correlate with Targeted Plasma Concentrations of Propofol and Midazolam. *Anesthesia and Analgesia* 1996;82:S220.
25. Liu J, Harbhej S, White PF. Electroencephalographic Bispectral Index Correlates with Intraoperative Recall and Depth of Propofol-Induced Sedation. *Anesthesia and Analgesia* 1997;84:185-189.
26. Liu J, Singh H, White PF. Electroencephalogram Bispectral Analysis Predicts the Depth of Midazolam-Induced Sedation. *Anesthesiology* 1996;84(1):64-69.
27. Leslie K, Sessler DI, Schroeder M, Walters K et al. Propofol Blood Concentration and the Bispectral Index Predict Suppression of Learning During Propofol/Epidural Anesthesia in Volunteers. *Anesthesia and Analgesia* 1995; 81:1269-74.
28. Flaishon R, Windsor A, Sebel PS, Sigl J. Recovery of Consciousness After Thiopental or Propofol. *Anesthesiology* 1997;86:613-619.
29. Bhargava AK, Setlur R, Sreevastava D. Correlation of bispectral index and Guedel's stages of ether anesthesia. *Anesth Analg* 2004;98(1):132-4.
30. Morioka N, Ozaki M, Matsukawa T, Sessler DI, Atarashi K, Susuki H. Ketamine causes a paradoxical increase in the bispectral index. *Anesthesiology* 1997;87:A502.
31. Susuki M, Edmonds HL, Tsueda K, Malkani AL, Roberts CS. Effect of ketamine on bispectral index and levels of sedation. *J Clin Monit* 1998;14:373.
32. Sakai T, Singh WD, Kudo T, Matsuki A. The effect of ketamine on clinical endpoints of hypnosis and EEG variables during propofol infusion. *Acta Anaesth Scand* 1999;43:212-6.
33. Rampil IJ, Kim JS, Lenhardt R, Negishi C, Sessler DI. Bispectral EEG index during nitrous oxide administration. *Anesthesiology* 1998;89:671-7.
34. Barr G, Jakobsson JG, Owall A, Anderson RE. Nitrous oxide does not alter bispectral index: Study with nitrous oxide as sole agent and as adjunct to i.v. anaesthesia. *Br J Anaesth* 1999;82:827-30.
35. 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.
36. 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(8):1499-504.
37. 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(2):178-83.
38. Ochiai R, Yamada T, Kiyama S, Nakaoji T, Takeda J. Bispectral Index as an Indicator of Seizure Inducibility in Electroconvulsive Therapy Under Thiopental Anesthesia. *Anesth Analg* 2994;98:1030-5.
39. 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(3):219-22.
40. Pramming S, Thorsteinsson B, Stigsby B, Binder C. Glycaemic threshold for changes in electroencephalograms during hypoglycaemia in patients with insulin dependent diabetes. *Br Med J* 1988;296:665-7.
41. Bjorgass M, Sand T, Vik T, Jorde R. Quantitative EEG during controlled hypoglycaemia in diabetic and non-diabetic children. *Diabet Med* 1998;15:30-7.
42. Vivien B, Langeron O, Riou B. Increase in Bispectral Index (BIS) While Correcting a Severe Hypoglycemia. *Anesth Analg* 2002;95(6):1824-5.
43. Szekely B, Saint-Marc T, Degremont AC, Castelain MH, Fischer M. Value of bispectral index monitoring during cardio-pulmonary resuscitation. *Br J Anaesth* 2002;88(3):443-4.
44. Hayashida M, Chinzei M, Komatsu K, Yamamoto H, Tamai H, Orii R, Hanaoka K, Murakami K. Detection of cerebral hypoperfusion with bispectral index during paediatric cardiac surgery. *Br J Anaesth* 2003;90:694-8.
45. Downie P, Galton S, Appleby I, Hunt C, Smith M. Trends but not Actual BIS Number Correlate with Glasgow Coma Score in Head Injury Survivors. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology* 2003;15(4):A76.
46. Gilbert TT, Wagner MR, Halukurike V, Paz HL, Garland A. Use of bispectral electroencephalogram monitoring to assess neurologic status in unsedated, critically ill patients. *Crit Care Med* 2001;29(10):1996-2000.

47. Renna M, Handy J, Shah A. Low baseline Bispectral Index of the electroencephalogram in patients with dementia. *Anesth Analg* 2003;96(5):1380-5.
48. Zabala L, Ahmed MI, Denman WT. Bispectral index in a 3-year old undergoing deep hypothermia and circulatory arrest. *Paediatr Anaesth* 2003;13(4):355-9.
49. 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(4):419-25.
50. Myles PS, Cairo S. Artifact in the bispectral index in a patient with severe ischemic brain injury. *Anesth Analg* 2004;98(3):706-7.
51. Bruhn J, Bouillon TW, Shafer SL. Electromyographic activity falsely elevates the bispectral index. *Anesthesiology* 2000;92:1485-7.
52. Vivien B, Di Maria S, Ouattara A, Langeron O, Coriat P, Riou B. Overestimation of Bispectral Index in sedated intensive care unit patients revealed by administration of muscle relaxant. *Anesthesiology* 2003;99(1):9-17.
53. Gomez LM, Anadon MP, Salvador M, Aldaz M, Raigoso O, Senandez MJ. Increase of bispectral index values due to electrical interference by the RF 2000 radiofrequency generator during ablation of hepatic metastases. *Rev Esp Anestesiol Reanim* 2002;49(4):218-9.
54. Hemmerling TM, Desrosiers M. Interference of electromagnetic operating systems in otorhinolaryngology surgery with bispectral index monitoring. *Anesth Analg* 2003;96(6):1698-9.
55. Hemmerling TM, Fortier JD. False increased bispectral index values in a series of patients undergoing cardiac surgery using forced-air-warming therapy of the head. *Anesth Analg* 2002;95(2):322-3.

Correspondencia:
Dr. José Manuel Ramírez Hernández,
Hospital Central Norte de PEMEX
Campo Matillas 52,
San Antonio Azcapotzalco, C. P. 02720
México D.F.
Tel : 55611433, ext 52096
Correo electrónico:
jmhernandez@sm.pemex.com