

## Cirugía y Cirujanos

Volumen  
Volume 71

Número  
Number 4

Julio-Agosto  
July-August 2003

*Artículo:*

Utilidad del índice biespectral (BIS) en la reducción del costo de fármacos para la anestesia

Derechos reservados, Copyright © 2003:  
Academia Mexicana de Cirugía

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

# Utilidad del índice biespectral (BIS) en la reducción del costo de fármacos para la anestesia

Acad. Dra. Juana Peñuelas-Acuña\* Dra. S Alejandra Oriol-López,  
Dr. J Antonio Castelazo-Arredondo, Dra. Clara E Hernández-Bernal

## Resumen

**Antecedentes:** el Sistema del Índice Biespectral (BIS) es un parámetro derivado del electroencefalograma que se correlaciona con la profundidad de la sedación y la pérdida de la conciencia. Sobre esta base, se consideró la posibilidad de disminuir el consumo de fármacos anestésicos a partir del control de la profundidad de sedación.

**Métodos:** se incluyeron 175 pacientes, 100 recibieron anestesia endovenosa total, de los cuales la mitad de monitoreo con el BIS y la otra mitad fue el grupo control, 75 recibieron anestesia general balanceada: 50 se monitorearon con el BIS y 25 formaron el grupo control. Se midió el consumo de fármacos para mantener el valor del BIS entre 60 y 40, y se calculó su costo por hora de anestesia.

**Resultados:** el costo promedio de los fármacos utilizados por hora de anestesia fue mayor en los grupos controlados con el BIS. El costo de los fármacos por hora de anestesia fue más bajo en los procedimientos mayores de cuatro horas de duración.

El Sistema del Índice Biespectral como monitor de sedación durante la anestesia es de primordial importancia para controlar la profundidad de la inconsciencia. Como un sistema para disminuir costos, consideramos que será factible sólo en procedimientos de larga duración.

**Palabras clave:** Bis, costos, monitoreo.

## Summary

**Background:** The bispectral index (BIS) is a value derived from an electroencephalograph (EEG); it is correlated with depth of sedation and loss of consciousness. Therefore, it has been considered that its control on sedation depth could influence cost saving in drugs as well as decreased anesthesia costs.

**Methods:** A total of 175 patients were studied. One hundred patients were given intravenous (i.v.) anesthesia, 50 were observed with a BIS monitor, and the remainder went into the control group. Seventy five patients were given balanced general anesthesia: fifty were observed with BIS monitor, while the remainder functioned as the control group. Drug consumption per patient was measured to maintain BIS value between 60 and 40, and the cost was calculated.

**Results:** Average drug costs for anesthesia were greater in BIS-controlled groups. Anesthesia cost/h was lower in prolonged procedures (>4 h).

The bispectral Index as a sedation monitor during anesthesia is an excellent tool, although it did not show a real economic advantage, and we considered that it would only be feasible during long-term procedures.

**Key words:** Bis, costs, monitoring.

## Introducción

Uno de los grandes retos para el anestesiólogo actual, es el de calcular el costo-efectividad y el costo-beneficio de los fármacos que utiliza. La cantidad de fármacos necesarios para una buena anestesia, se relaciona con la obtención de un buen plano anestésico el cual generalmente se determina por la clínica. Actualmente existen sistemas de monitoreo con capacidad para predecir el movimiento del paciente a un estímulo nocivo, lo que ha generado la posibilidad de controlar el estado hipnótico. El más popular de estos monitores es el Sistema del Índice-Biespectral (BIS) derivado del electroencefalograma y que ha demostrado una correlación directa con la profundidad de la sedación y la pérdida de la conciencia<sup>(1)</sup>. En voluntarios sanos, el valor del BIS < 60 se ha correlacionado altamente con el plano de sedación producido por el propofol, el isoflurane y el

\* Jefe de Servicio.

Servicio de Anestesiología, Fisiología y T. Respiratoria y Clínica del Dolor del Hospital Juárez de México, SS.

*Solicitud de sobretiros:*

Acad. Dra. J. Peñuelas Acuña

Ángel del Campo # 94, Col. Obrera

Del. Cuauhtémoc, C. P. 06800

México D. F.

Correo electrónico: penuelas@mx.inter.net

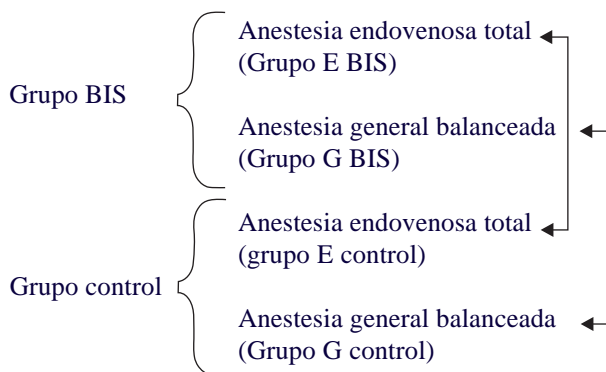
Recibido para publicación: 06-03-2003.

Aceptado para publicación: 04-07-2003.

midazolam<sup>(2)</sup>. Lo anterior significa que dicho sistema de monitoreo permitirá a los clínicos utilizar sólo la cantidad necesaria de fármacos para mantener un plano anestésico suficiente para la cirugía. Así, la disminución en el consumo de fármacos repercutirá en su costo<sup>(3)</sup>. Con base en lo anterior y debido al precio tan alto que tienen los fármacos anestésicos actualmente, consideramos la necesidad de investigar el costo de dos tipos de anestesia, la general balanceada y la endovenosa comparando el consumo de fármacos cada una de ellas en pacientes monitoreados o no con el BIS.

## Material y métodos

Se diseñó un estudio prospectivo y comparativo en el que se incluyeron 150 pacientes sometidos a diversos procedimientos quirúrgicos y se distribuyeron en cuatro grupos:



La anestesia endovenosa total se suministró con propofol + fentanil + vecuronio. La anestesia general balanceada con isoflurane + fentanil + vecuronio. La inducción en uno y otro grupos se realizó con propofol a razón de 1.5 µg/kg, fentanil a 3 µg/kg y vecuronio a razón de 80 a 100 µg/kg de peso, en forma de bolo. En el grupo de anestesia endovenosa el propofol se suministró por medio de una bomba de infusión a dosis respuesta y el resto de los fármacos en bolos. Al final de la anestesia se determinó el consumo total. Para la anestesia general se midió el volumen en mililitros de isoflurane necesarios para llenar el vaporizador, al final de la anestesia la cantidad que se sacó del vaporizador se restó de la inicial y la diferencia se consideró como consumo total. El resto de los fármacos se aplicó por bolos y se sumó para hacer un total. Las variables a medir fueron el consumo total de cada fármaco para mantener el valor del BIS entre 60-40, con un Monitor BIS XPA 200 con software 3.21. El costo de los fármacos se calculó de acuerdo a precios al público en farmacias (Cuadro I). Los resultados se presentan en cuadros donde se estratifican por tipos de cirugía, el costo de la hora/anestesia (entendiéndose la hora/anestesia como el costo del consumo total de fármacos entre la duración de la anestesia más el costo del sensor del BIS en los grupos de prueba) en márgenes de máximo, mínimo y promedio, la dife-

rencia del costo promedio entre los grupos controlados con el BIS y los grupos control. El precio del sensor del BIS durante el periodo de estudio fue de trescientos pesos moneda nacional.

## Resultados

La distribución por géneros fue similar en todos los grupos. La amplitud entre los valores extremos de la edad y del peso es grande, no obstante las medianas de las dos variables son muy parecidas en todos los grupos (Cuadro II).

Anestesia endovenosa total: grupo E-BIS contra grupo E-Control (Cuadro III).

La duración máxima de la anestesia en el grupo E-BIS varió de 4 a 9.34 horas y en el grupo E-Control la variación fue de 3.25 a 4.25 horas. El costo del consumo de fármacos por hora en el grupo E-BIS fue de \$400.00 pesos contra \$467.00 del grupo E-Control, esto significó una diferencia de \$67.00 por hora de anestesia a favor del grupo E-BIS.

La duración mínima de la anestesia en el grupo E-BIS varió de 1 a 2.5 horas y en el grupo control la variación fue de 1 a 2 horas. El costo por hora en el grupo E-BIS fue de \$687.00 contra \$370.00 del grupo control. La diferencia entre los dos grupos fue de \$317.00 a favor del grupo control.

La duración promedio de la anestesia varió de 2.5 a 4.17 horas en el grupo E-BIS en tanto que en grupo control la variación fue de 2 a 3 horas. El costo promedio de la anestesia por hora en el grupo E-BIS fue de \$514.00 contra \$395.00 del grupo control, por tanto la diferencia de \$119.00 fue a favor de este último.

Anestesia general balanceada: Grupos G-BIS vs Grupo Control (Cuadro IV).

La duración máxima de la anestesia en el grupo BIS varió de 4 a 11 horas y en el grupo control la variación fue de 5.5 a 6.34 horas. El costo de la hora anestesia para el grupo BIS fue de \$590.00 contra \$293.00 del grupo control. Por tanto la diferencia fue de \$297.00 a favor del grupo control.

La duración mínima de la anestesia varió de 1 a 1.5 horas en el grupo BIS y de 1.16 a 2 horas en el grupo control. El costo por hora de anestesia en el G-BIS fue de \$952.00 y en el grupo control de \$415.00, así la diferencia de \$537.00 fue a favor del grupo control.

La duración media de la anestesia varió de 1.84 a 3 horas en el G-BIS y en el grupo control de 2 a 3.2 horas. El costo promedio de los fármacos por hora de anestesia fue de \$704.00 contra \$422.00 del grupo control. La diferencia de \$282.00 fue a favor del grupo control.

En este grupo de pacientes el costo por hora fue menor en los grupos controles que en los grupos controlados con el BIS.

## Discusión

La introducción del Sistema Índice-Biespectral para el monitoreo de la anestesia<sup>(4,5)</sup>, conlleva un análisis de cómo

nuevos métodos de monitoreo pueden resolver el viejo problema de valorar la profundidad de la anestesia y con ello controlar el consumo de los fármacos. El BIS se basa en un proceso biespectral que determina relaciones y fases armónicas entre varias frecuencias del electroencefalograma<sup>(6-8)</sup>.

La inconsciencia que se produce con la anestesia general, tiene componentes como la percepción, atención, memoria, orientación, emoción, instinto, pensamiento y voluntad. Sobre dichos componentes, Kissin<sup>(9)</sup> en un artículo especial, señala que hay aspectos que deben comentarse respecto al uso del monitoreo con el BIS y discute si el BIS es capaz de medir todos los componentes de la anestesia o si sólo es un índice

para medir el grado de sedación. Concluye que el BIS es más prometedor como monitor de inconsciencia, y que por ahora, no existe evidencia de que el BIS pueda proporcionar una medida clínica unificada del plano anestésico que refleje todos los componentes de la anestesia.

Glass<sup>(10)</sup> refiere que el concepto de estado anestésico se basa en la tríada: inconsciencia y falta de recuerdos, analgesia y relajación muscular; además está bien reconocido que cada anestésico produce un espectro único de efectos farmacológicos, por tanto un monitor del plano de la anestesia puede medir sólo uno de estos componentes. Concluye que el BIS se correlaciona bien con los efectos del propofol, midazolam e isoflurane respecto al nivel de conciencia y recuerdo, por tanto considera al BIS como una medida de la inconsciencia. Otros autores han llegado a la misma conclusión<sup>(11,12)</sup>. Con base en tales antecedentes es difícil considerar que el control de la anestesia con el BIS pueda realmente reflejarse en un ahorro del costo total de los fármacos que se usan para proporcionar al paciente un buen plano anestésico dado que, como ya señalamos sólo mide una parte del proceso. En nuestro estudio el costo más alto promedio por hora de anestesia endovenosa correspondió al grupo

**Cuadro I.** Precios de los fármacos en octubre del 2002

Fármaco	Presentación	Precio en pesos
Propofol	Caja con 5 ámpulas	400.00
Fentanil	Caja con 6 ámpulas	235.00
Vecuronio	Caja de 50 ámpulas	2,450.00
Isoforane	Frasco de 100 ml	1,380.00

**Cuadro II.** Características antropométricas de los pacientes

Grupo	Edad en años			Peso en kg			Género	
	Med*	Máx**	Mín***	Med	Máx	Mín	F	M
E-BIS (n = 50)	36.5	68	13	66	116	37	25	25
E-Control (n = 50)	33	66	5	65	86	19	23	27
G-BIS (n = 50)	35.5	76	5	64	112	18	26	24
G-Control (n = 25)	37.5	83	8	68	108	26	14	11

\* Mediana (Medida de posición: es el número a la mitad en un conjunto ordenado de valores).

\*\* Máxima.

\*\*\* Mínima.

**Cuadro III.** Costo en pesos por hora de anestesia endovenosa total (n = 100)

Duración en horas	BIS	Columna vertebral	Abdomen	Cabeza y cuello	Nefrectomías y tórax	Total* promedio	Diferencia
Máxima (4-9.34)	Sí	487.00	344.00	350.00	420.00	400.00	↑ 67.00
(3.25-4.25)	No	423.00	448.00	600.00	399.00	467.00	
Mínima (1-2.5)	Sí	689.00	937.00	608.00	514.00	687.00	↑ 317.00
(1-2)	No	398.00	482.00	331.00	268.00	370.00	
Promedio (2.5-4.17)	Sí	533.00	387.00	731.00	406.00	514.00	↑ 119.00
(2-3)	No	410.00	478.00	408.00	283.00	395.00	

\* Promedio de todos los tipos de cirugía

**Cuadro IV.** Costo en pesos por hora de anestesia general balanceada (n = 75)

Duración en horas	BIS	Columna vertebral	Abdomen	Cabeza y cuello	Total* promedio	Diferencia
Máxima (4-11)	Sí	662.00	827.00	283.00	590.00	↑ 297.00
(5.5-6.34)	No	236.00	355.00	288.00	293.00	
Mínima (1-1.5)	Sí	1,147.00	1,171.00	538.00	952.00	↑ 537.00
(1.16-2)	No	334.00	418.00	493.00	415.00	
Promedio (1.84-3)	Sí	745.00	841.00	521.00	704.00	↑ 282.00
(2-3.2)	No	380.00	478.00	408.00	422.00	

\* Promedio de todos los tipos de cirugía

control, en tanto que con el uso de la anestesia general balanceada el costo más alto correspondió al grupo que se monitoreó con el BIS, pero consideramos que esta última diferencia la hizo el costo del sensor y no el costo de los fármacos. Wong J.<sup>(13)</sup> en un estudio de titulación de isoflurano usando el BIS, encontró un ahorro de 2.1 ml en el grupo monitoreado con el BIS, lo cual de acuerdo con Kalkman<sup>(14)</sup> considerando el costo del frasco de 100 ml de isoflurano a \$10.00 dólares, el ahorro en dinero fue igual a 0.21 centavos de dólar. En nuestro estudio la diferencia en el consumo promedio de isoflurano fue de 5 ml por hora de anestesia a favor del grupo del BIS lo que representó un ahorro de \$69.00, mismo que no se reflejó en el costo total debido al precio del sensor del BIS. Lo mismo ocurrió con el costo promedio de los fármacos en los grupos de anestesia endovenosa, en los cuales el precio del sensor inclinó el costo total a favor del grupo testigo (\$514.00 vs \$395.00). La excepción fueron los procedimientos de duración máxima (> 4 horas) de anestesia endovenosa en los cuales el costo del sensor se amortiguó por la duración de la anestesia, fue el único subgrupo donde el costo por hora de los fármacos usados estuvo a favor del grupo BIS.

Kissin<sup>(9)</sup> concluye que dado que el BIS es un índice empírico, no puede incluir todos los tipos de anestesia ni sus combinaciones, por tanto, su futuro será como vigilante del estado de inconsciencia. Estas líneas de razonamiento, no intentan desanimar a los clínicos en el uso del monitoreo con el índice bispectral, más bien, debemos explorar su aplicación y ayudar a definir su sensibilidad y su especificidad. Los fabricantes han estado modificando constantemente los algoritmos del monitor con objeto de mejorar su aplicación. Por el momento, con base en los estudios referidos y en los obtenidos en nuestro estudio, consideramos que la línea de investigación a seguir será la utilización del BIS como monitor de sedación en técnicas de anestesia endovenosa total o de anestesia combinada con duración de mayor a cuatro horas si el objetivo es la disminución del costo de los fármacos. Como un monitor de sedación que

coadyuve en el control del estado anestésico deberá ser obligatorio su uso.

### Referencias

1. Gan TJ, Glass PS, Windsor A, Payne F, Rosow C, Sebel P, et al. Bispectral index monitoring allows faster emergence and improved recovery from propofol, alfentanil and nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology* 1997;87(4):808-815.
2. Lui J, Sing H, White PF. Electroencephalographic bispectral index correlates with intraoperative recall and depth of propofol induced sedation. *Anesth Analg* 1997;84:185-189.
3. O'Connor M, Daves S, Tung A, Cook RI, Thisted R, Apfelbaum J. BIS monitoring to prevent awareness during general anesthesia. *Anesthesiology* 2001;94(3):520-522.
4. Sigl JC, Chamoun NG. An introduction to bispectral analysis for electroencephalogram. *J Clin Monit* 1994;10:392-404.
5. Rampil IJ. A primer for EEG signal processing in anesthesia (review article). *Anesthesiology* 1998;89(4):980-1002.
6. Kleiner B, Huber PJ, Dumermuth G. Analysis of the interrelations between frequency of the EEG by means of the bispectrum. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1969;27:693-694.
7. Rampil IJ. A primer for EEG signal processing in anesthesia. *Anesthesiology* 1998;89(4):980-1002.
8. Barnett TP, Johnson LC, Naitoh P. Bispectrum analysis of electroencephalogram signals during waking and sleeping. *Science* 1971;172:401-402.
9. Kissin I. Depth of anesthesia and bispectral index monitoring. *Anesth Analg* 2000;90:1114-1117.
10. Glass PS, Bloom M, 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.
11. Flaishon R, Windsor A, Sebel P. Recovery of consciousness after thio-pental or propofol: bispectral index and the isolated forearm technique. *Anesthesiology* 1997;86(4):613-619.
12. Kearse LA, Rosow C, Zaslavsky A, Connors P, Derstwitz M, Derman W. Bispectral analysis of the electroencephalogram predicts conscious processing of information during propofol sedation and hypnosis. *Anesthesiology* 1998;88(1):25-34.
13. Wong J, Song D, Blandshard H, Grady D, Chung F. Titration of isoflurane using BIS index improves early recovery of elderly patients undergoing orthopedic surgeries. *Can J Anesth* 2002;49(1):13-18.
14. Kalkman C, Drumond J. Monitors of depth of anesthesia, quo vadis? *Anesthesiology* 2002;96(4):784-787.