

# Monitor de Profundidade da Hipnose. A Eletroencefalografia Bispectral \*

## Monitoring the Adequacy of Hipnosis by Bispectral Index

Pedro Thadeu Galvão Vianna, TSA<sup>1</sup>

### RESUMO

Vianna PTG - Monitor de Profundidade da Hipnose. A Eletroencefalografia Bispectral

**Justificativa e Objetivos** - A monitorização da profundidade da hipnose e da anestesia é um ato complexo. A maioria das propostas para monitorizar os níveis adequados da hipnose, durante a anestesia, envolve o EEG usando as ondas do EEG, ou mais recentemente, usando a forma processada. A análise bispectral é o método que permite analisar o EEG nas diferentes fases de frequências.

**Conteúdo** - O EEG processado é iniciado com a conversão do sinal de EEG para a forma digital. O EEG digitalizado pode ser matematicamente transformado pelo processo conhecido como análise de Fourier, que separa o complexo sinal do EEG em vários componentes da onda, ou seja, em cada porção de diferente amplitude, mas cuja soma corresponde à forma original da onda. Com o emprego deste método surgem vários parâmetros. O Índice Bispectral, ou simplesmente BIS (100 - acordado até 0 - isoeletrico), é derivado dos melhores parâmetros (p.ex.: frequência da borda espectral, frequência mediana e o "burst suppression" ou surto de supressão) que foram avaliados através de análise estatística.

**Conclusões** - A experiência clínica tem mostrado que o BIS pode prever uma resposta à incisão da pele durante a anestesia. Entretanto, o BIS não é independente da técnica anestésica usada. Há diferentes respostas, a depender do hipnótico e analgésico empregado.

UNITERMOS - MONITORIZAÇÃO: profundidade da anestesia, índice bispectral

### SUMMARY

Vianna PTG - Monitoring the Adequacy of Hipnosis by Bispectral Index

**Background and Objectives** - Monitoring the "depth" of anesthesia is a complex process. Most approaches to monitoring anesthetic adequacy involve EEG waves or, more recently, some EEG processed form. Bispectral analysis is a method which allows for EEG analysis in different frequency phases.

**Contents** - Processed EEG starts with the digitalization of the EEG signal. The digitized EEG can then be mathematically transformed by a process known as Fourier analysis, which divides the complex EEG signal in a number of sine wave components, that is, in each portion of different amplitude, but whose sum corresponds to the original EEG waveform. Many parameters are derived from this method. Bispectral index, or simply BIS (100 = awaken to 0 = EEG isoelectric) is derived from the best parameters (e.g. spectral edge frequency, median frequency and burst suppression) which are evaluated by statistical analysis.

**Conclusions** - Clinical experience has shown that BIS may predict a response to skin incision during anesthesia. However, BIS is not independent of the anesthetic technique. There are different responses depending on which hypnotics or analgesics are used.

KEY WORDS - MONITORING: depth of anesthesia, bispectral index

### INTRODUÇÃO

A té recentemente os anestesiológicos não dispunham de monitor capaz de avaliar a profundidade da hipnose causada pelos anestésicos venosos e inalatórios. A avaliação da profundidade da anestesia limitava-se às medidas das atividades autonômicas, tais como modificações da pressão arterial e da frequência cardíaca.

A anestesia propriamente dita é um misto de vários componentes. Nela, deve haver, invariavelmente, a analgesia que pode ser realizada através de bloqueios periféricos com anestésico local ou então com analgésicos venosos que atuam em receptores, principalmente do sistema nervoso central (SNC). O exemplo clássico dos analgésicos venosos são os opióides.

Outro componente da anestesia é a hipnose que pode ser feita com fármacos inalatórios ou venosos. Associado à analgesia e à hipnose, pode-se realizar o bloqueio neuromuscular (BNM), utilizando-se fármacos que atuam nos receptores da placa mioneural. Atualmente, existem monitores eficientes na avaliação da intensidade do BNM e o ideal seria que estes monitores fossem utilizados todas as vezes que se empregasse o BNM. A hipnose é mais complexa de ser avaliada, mas, sem sombra de dúvida, está relacionada ao efeito dos anestésicos hipnóticos no SNC. Estas modificações da atividade cerebral podem ser medidas através do eletroencefalograma (EEG). Esta relação foi primeiro sugerida em 1937<sup>1</sup>.

\* Recebido do (Received from) CET/SBA da Faculdade de Medicina de Botucatu (FMB - UNESP)

1. Professor Titular do CET/SBA do Departamento de Anestesiologia da FMB - UNESP

Apresentado (Submitted) em 20 de fevereiro de 2001

Aceito (Accepted) para aprovação em 16 de abril de 2001

Correspondência para (Mail to):

Dr. Pedro Thadeu Galvão Vianna

Departº de Anestesiologia da FMB - UNESP

Distrito de Rubião Junior

18618-970 Botucatu, SP

E-mail: ptgv@uol.com.br

© Sociedade Brasileira de Anestesiologia, 2001

O EEG tal como ele é (Quadro I) dificilmente poderia ser usado como monitor de profundidade de hipnose, porque necessitaria de milhares de metros de papel e a interpretação dos resultados passaria a ser uma tarefa difícil e com resultados práticos muito pobres. Além disso, os fármacos usados em anestesia causam diferentes padrões no traçado EEG, impedindo a criação de um monitor universal e exigindo a presença de um especialista em EEG, na sala de cirurgia. Entretanto, a principal dificuldade é que cada hipnótico provoca alterações peculiares nas ondas de EEG. Estas dificuldades foram contornadas com o advento da tecnologia do microcomputador, tornando possível a redução da quantidade de dados do EEG, pela transformação das ondas eletroencefalográficas em derivadas microprocessadas <sup>2</sup> (Figura 1).

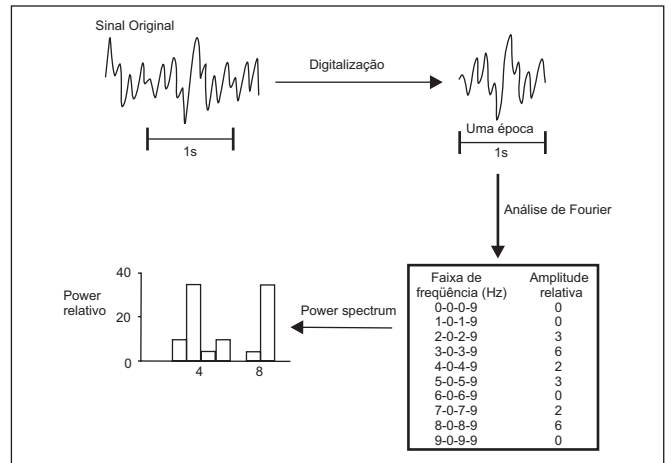


Figura 1 - Traçado do EEG Processado pelo Computador

**Quadro I - Tipos de Ondas do EEG com Relação entre a Frequência e o Estado de Alerta e Sono**

Delta (0-4 hz)	(Sono profundo, sedação profunda)
Teta (4-8 hz)	
Alfa (8-13 hz)	(Olhos fechados, relaxado)
Beta (13-30 hz)	(Acordado e alerta)
Burst suppression	(Sedação muito profunda e hipotermia)

Para minimizar estes inconvenientes, tem sido proposto o EEG processado pelo computador. O EEG processado tem início convertendo pequenos traçados do sinal de EEG na forma digitalizada (conhecido como "epoch").

O EEG digitalizado pode ser matematicamente transformado pelo processo conhecido como análise de Fourier, que separa o sinal complexo do EEG em numerais que representam a forma da onda do EEG <sup>2</sup> (Figuras 2 e 3). Desta forma, o "power spectrum" pode ser obtido da amplitude relativa de cada banda de frequência. O "power spectrum" de cada segmento de EEG processado, ou "epoch", pode ser apresentado graficamente. Mais informações podem ser dadas, se consecutivos "epochs" forem colocados paralelos e próximos um do outro, produzindo o que se denomina "compressed spectral array (CSA)" ou como poderíamos denominar em português de *conjunto espectral comprimido*, que produz o padrão característico de "picos e vales" (Figura 4). Os picos do CSA representam as frequências de EEG nas quais está localizada a maior amplitude (ou "power"). Uma forma alternativa de apresentação é calcular a frequência na qual estão situados 95% do "total power" (maior amplitude).

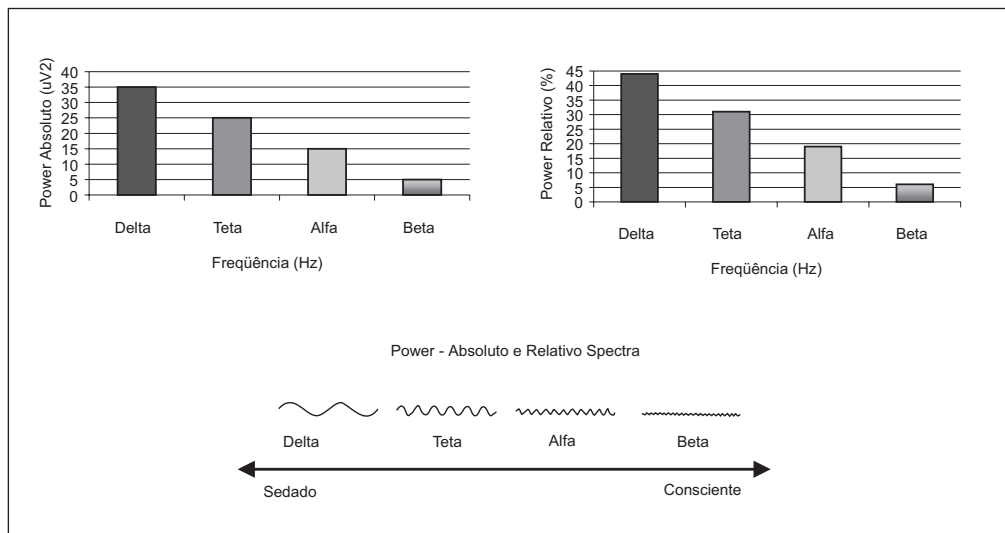


Figura 2 - Ondas do EEG

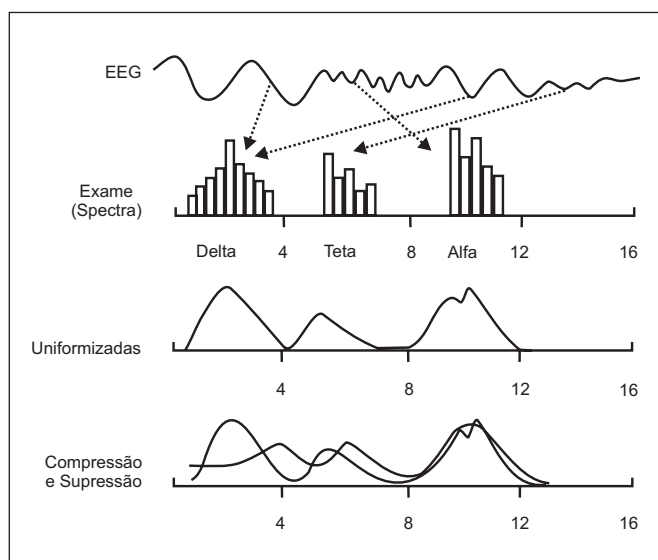


Figura 3 - Técnicas Usadas para Gerar o "spectra" Comprimido

Este parâmetro é conhecido como "spectral edge frequency 95 %" (SEF-95 %) e poderia ser traduzido para o português como frequência da borda espectral 95%, que significa que 95% das ondas têm seu pico (valor máximo) dentro deste limite. A maior vantagem do SEF-95 % é ser um numeral simples que se acredita correlacionar com adequada profundidade da anestesia<sup>3-6</sup>. Outro parâmetro derivado do "total power" é a frequência mediana. Deve também ser lembrado que, em determinadas condições clínicas (tais como, hipnose profunda e hipotermia), pode surgir o parâmetro denominado "Burst supressão". Este parâmetro é definido como o traçado de EEG com amplitude menor que 5  $\mu$ V e com a duração maior que 0,5 milésimo de segundo.

Todas estas variáveis podem dificultar a avaliação da intensidade de hipnose.

Para diminuir estas interferências e obter-se acurada avaliação do grau de hipnose, foi criada a análise bispectral que é uma técnica estatística que permite estudar o fenômeno com características não lineares. O primeiro estudo a utilizar esta técnica foi publicado em 1971<sup>7</sup>. A análise bispectral é uma alternativa de estudo das ondas de EEG em substituição à técnica convencional de análise do poder espectral derivada da transformação rápida de Fourier<sup>8,9</sup>. A análise bispectral quantifica e relaciona os componentes sinusoidais do traçado de EEG<sup>2,10</sup>. Os dados obtidos da análise de Fourier e da análise bispectral são usados para criar o parâmetro índice bispectral ou simplesmente índice BIS. BIS é uma escala numérica que decresce de 100 a 0, na qual o número 100 ou próximo dele representa o paciente acordado e 0 representa um EEG com completo silêncio elétrico ou supressão cortical. O BIS integra vários parâmetros do EEG em uma única variável. Ele foi obtido da experiência acumulada em mais de 2000 EEG de pacientes em estado de vigília e anestesiados com diversos hipnóticos (inalatórios e venosos), ou seja, da coleta de dados<sup>11</sup>.

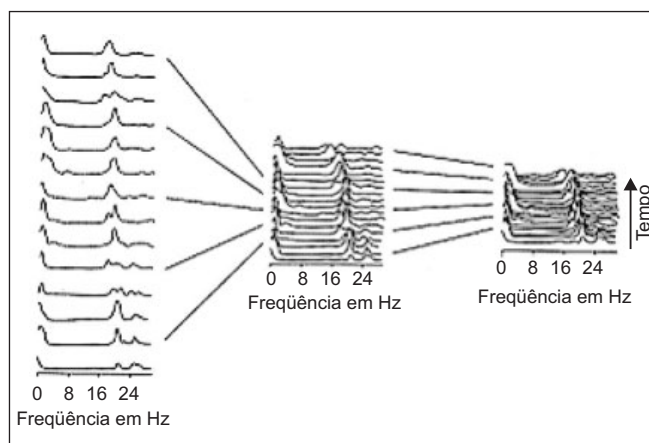


Figura 4 - Conjunto Espectral Comprimido

Depois da eliminação dos artefatos, os traçados do EEG foram submetidos ao cálculo espectral, chegando-se a vários subparâmetros que foram então submetidos à análise estatística para se obterem os "melhores" sub-parâmetros, resultando no índice bispectral.

#### FUNCIONAMENTO DO BIS

Este equipamento usa sinais originários da região frontal que são "digitalizados" e, em seguida, são também filtrados para evitar a interferência de artefatos. Daí, o sinal é analisado para detectar-se o "Burst supressão". Este sinal sofre a transformação rápida de Fourier para atingir o Bispectrum (Quadro II). A soma destes parâmetros dá origem ao Índice Bispectral ou simplesmente BIS. Este é constituído de escala de 100 a 0. A escala próxima de 100 mostra um indivíduo acordado, ou seja, que não sofreu a influência de qualquer fármaco hipnótico. À medida que a escala é reduzida, aumentam os níveis de sedação, sendo 70 considerado como sedação leve e abaixo de 60, níveis profundos de hipnose (Tabela I). Isto é válido tanto para a indução quanto para a recuperação anestésicas.

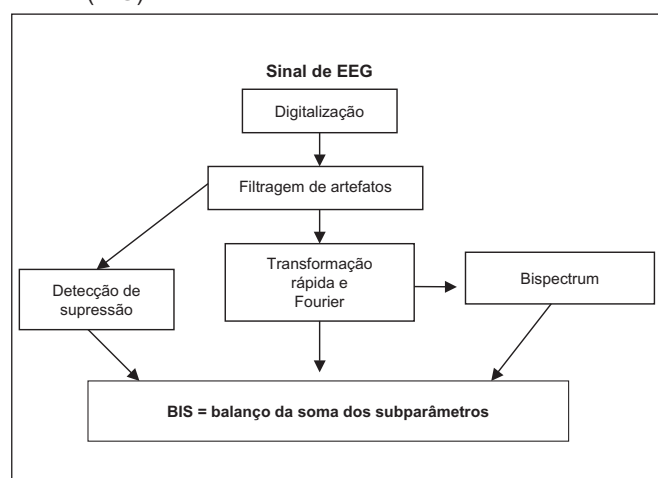
#### AValiação Clínica DO BIS

Os dados dos primeiros estudos clínicos foram combinados para formar a base da versão do modelo 1.1 do monitor BIS<sup>12,13</sup>. Neste estudo o BIS foi comparado aos parâmetros de frequência mediana e frequência da borda espectral na capacidade de prever movimento à incisão da pele, em pacientes submetidos à anestesia com tiopental e isoflurano. O resultado foi uma diferença estatisticamente significativa entre o nível de BIS ( $65 \pm 15$ , média  $\pm$  DP) dos pacientes que reagiram à incisão da pele e aqueles que não reagiram a este estímulo (BIS 40). A frequência da borda espectral 95% e a frequência mediana não foram estatisticamente significativas<sup>14,15</sup>.

Tabela I - BIS e Níveis de Hipnose

BIS Index	Estado Hipnótico	Doses Típicas	
		Isoflurano (exp %) + N <sub>2</sub> O 50 - 60%	Propofol ( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) com alfentanil
100	Consciente	0,0 - 0,2%	0 - 35 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
80	Sonolento	0,1 - 0,4%	30 - 70 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
70	Hipnose superficial	0,2 - 0,6%	75 - 115 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
55	Hipnose intermediária	0,3% - 0,9%	90 - 150 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
40	Hipnose profunda	> 0,9%	> 150 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
0	Supressão da onda		

Quadro II - Fluxograma para se Calcular o Índice Bispectral (BIS)



### LIMITAÇÕES DO BIS

A cetamina, que no conceito farmacológico não é um hipnótico, produz anestesia dissociativa com efeitos excitatórios no EEG. A dose de cetamina de 0,25 a 0,5  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  é suficiente para produzir ausência de respostas, mas o BIS não se modifica<sup>16,17</sup>. A associação da cetamina à anestesia intravenosa com o propofol causa efeito aditivo, mas o BIS não se modifica<sup>18,19</sup>.

O óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) a 70 % causa ausência de resposta à voz de comando, porém o BIS não se modifica<sup>20</sup>. A adição do N<sub>2</sub>O à anestesia com propofol causa diminuição de resposta a vários estímulos<sup>21</sup>.

Há insuficientes dados para avaliar o uso do BIS em pacientes com doenças neurológicas.

### CONCLUSÕES

O BIS é o primeiro monitor de profundidade da sedação e hipnose e somente uma maior experiência clínica irá provar sua utilidade como equipamento da Anestesiologia. A nossa experiência em 4 anos de uso deste equipamento nos tem mostrado a possibilidade da realização de uma anestesia em ní-

veis adequados de sedação, que é, na maioria das vezes, menores do que os obtidos através da avaliação clínica. Outro fato importante e de grande relevância na prática clínica é a possibilidade de se distinguir entre o emprego de drogas hipnóticas (agentes venosos ou inalatórios) e a necessidade indireta de analgesia.

## Monitoring the Adequacy of Hypnosis by Bispectral Index

Pedro Thadeu Galvão Vianna, M.D.

### INTRODUCTION

Until recently, anesthesiologists did not count on a monitor able to evaluate depth of anesthesia induced by intravenous and inhalational anesthetics. Anesthesia depth evaluation was limited to autonomic activity measurements, such as blood pressure and heart rate changes.

Anesthesia itself is a blend of several components. It must invariably contain analgesia, which may be induced by peripheral blocks with local anesthetics or with intravenous analgesics which act mainly in central nervous system (CNS) receptors. Opioids are classic intravenous analgesics.

Another anesthetic component is hypnosis, which may be induced by inhalational or intravenous drugs. Neuromuscular block (NMB) may be associated to analgesia and hypnosis by drugs which act in myoneural plate receptors. Currently there are effective monitors to evaluate NMB intensity and it would be ideal if those monitors would be used every time NMBs were used. Hypnosis is more difficult to evaluate, but clearly is related to hypnotic effects on the CNS. EEG can measure these changes in brain activity. This relationship was first suggested in 1937<sup>1</sup>.

EEG as such (Chart I) could barely be used to monitor anesthesia depth because it would need miles of paper and the interpretation of results would become a difficult task with very poor practical results. In addition, anesthetic drugs cause different EEG tracing patterns, preventing the creation of a universal monitor and requiring the presence of an EEG expert in

the operating room. However, the major difficulty is that each hypnotic drug causes unique changes in EEG wavelengths. Such difficulties were overcome with the introduction of the microcomputer, which made possible the decrease in EEG data, by translating electroencephalographic waves into microprocessed derivatives<sup>2</sup> (Figure 1).

Chart I - EEG Wavelengths Comparing Frequency and Alert and Sleep Status

<b>Delta (0-4 hz)</b>
(Deep sleep, deep sedation)
<b>Theta (4-8 hz)</b>
<b>Alfa (8-13 hz)</b>
(Eyes closed, relaxed)
<b>Beta (13-30 hz)</b>
(Awaken and alert)
<b>Burst suppression</b>
(Very deep sedation and hypothermia)

To minimize those inconveniences, computer-processed EEG has been proposed. Processed EEG starts by digitalizing small EEG signal tracings (known as epoch). Digitized EEG may be mathematically transformed by a process known as Fourier analysis, which divides the complex EEG signal in integers representing EEG wavelengths<sup>2</sup> (Figures 2 and 3). Each processed EEG segment "power spectrum" or "epoch" may be graphically represented. More information may be obtained if consecutive "epochs" are placed parallel and close to each other, producing what is called "compressed spectral array" (CSA), which produces the typical "peak and valley" pattern (Figure 4).

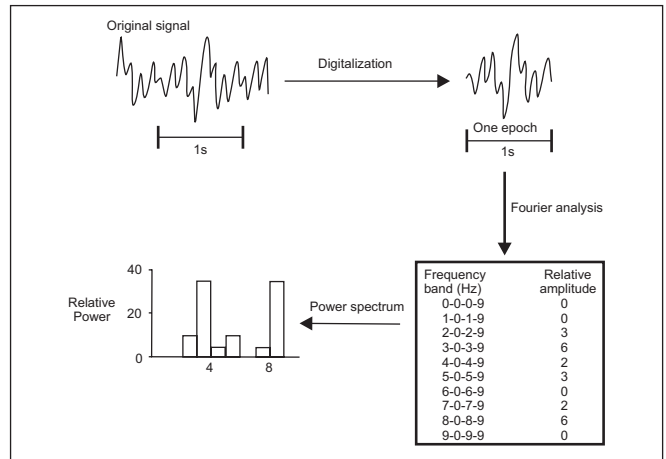


Figure 1 - Computer-Processed EEG Tracing

CSA peaks represent EEG frequencies in which the highest amplitude (or power) is located. An alternative method is to calculate the frequency in which 95% of total power (highest amplitude) are located. Such parameter is known as "spectral edge frequency 95%" (SEF-95%) meaning that 95% of the waves have their peak within this limit. The major advantage of SEF-95% is to be a simple integer which was believed to be related to adequate anesthesia depth<sup>3-6</sup>. Another total power-derived parameter is median frequency. It must also be reminded that, in certain clinical conditions (such as deep hypnosis and hypothermia), "burst suppression" may be present. This parameter is defined as EEG tracing with amplitude lower than 5 μV and duration longer than 0.5 milliseconds. All those variables make difficult the evaluation of hypnosis intensity.

To reduce interferences and obtain an accurate evaluation of the level of hypnosis, bispectral analysis was created, which

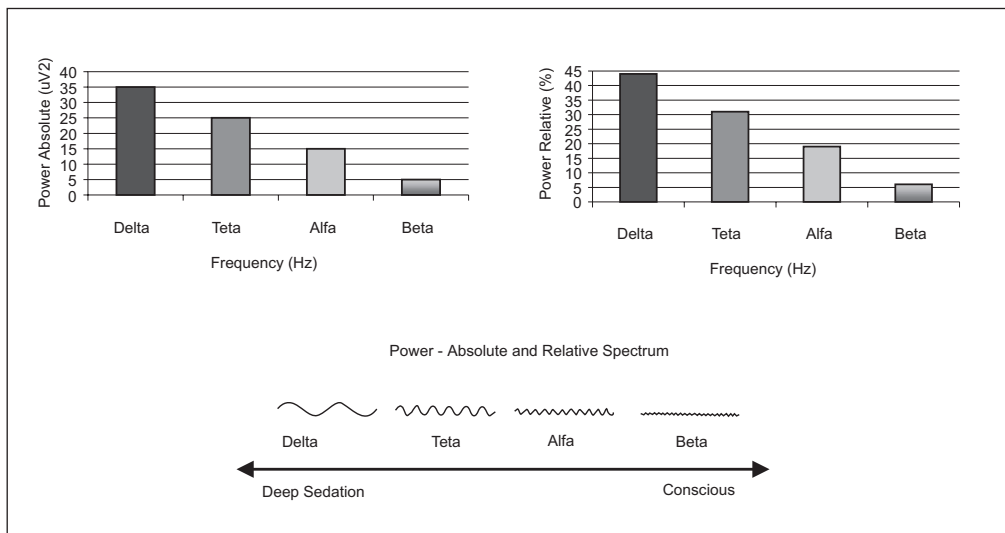


Figure 2 - EEG Wavelengths



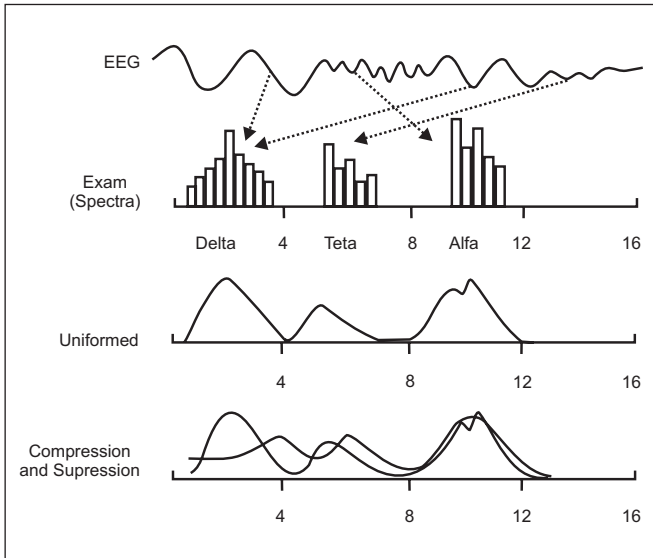


Figure 3 - Techniques for Generation Compressed Spectra

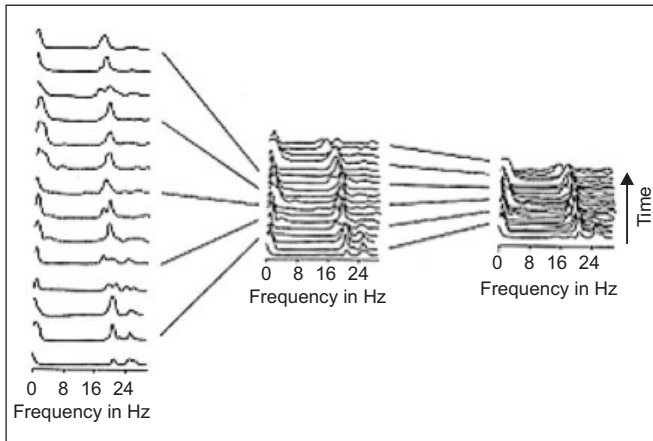


Figure 4 - Compressed Spectral Set

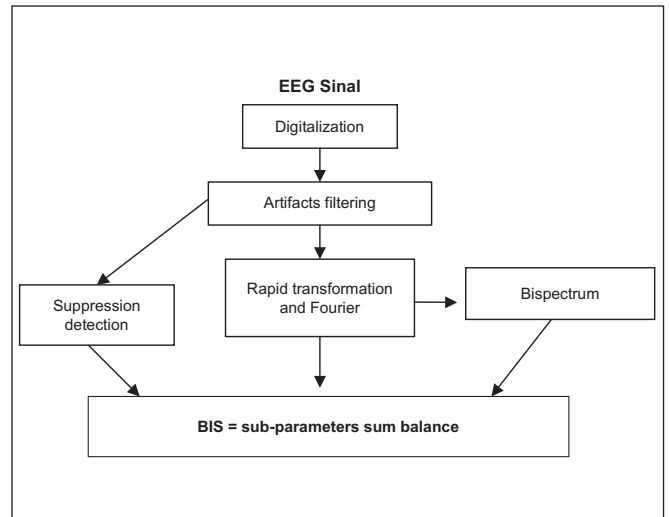
is a statistical technique to study the phenomenon with non-linear features. The first study using this technique was published in 1971<sup>7</sup>. Bispectral analysis is an alternative to study EEG waves and replaces the conventional spectral power analysis derived from Fourier's rapid transformation<sup>8,9</sup>. Bispectral analysis quantifies and relates sinusoidal components of the EEG tracing<sup>2,10</sup>. Fourier's analysis and bispectral analysis data are used to create the bispectral index parameter, or simply BIS index. BIS is a numeric scale from 100 to 0 where 100 or a number close to it represents the awakened patient and 0 represents EEG parameters in a single variable. This was obtained from the accumulated experience of more than 2000 EEGs in awakened and anesthetized patients using different hypnotic drugs (inhalational and intravenous)<sup>11</sup>.

After excluding artifacts, EEG tracings were submitted to spectral calculation to arrive at several sub-parameters which were then submitted to statistical analysis to obtain the "best" parameters, resulting in the bispectral index.

### BIS PERFORMANCE

This equipment uses signals originated from the frontal region, which are digitalized and also filtered to avoid artifact interference. Then, the signal is analyzed to detect suppression burst. The signal undergoes Fourier's rapid transformation to reach Bispectrum (Chart II). The sum of such parameters gives origin to the Bispectral Index, or simply BIS. This is made up of a scale from 100 to 0. Figures close to 100 indicate an awakened individual, that is, one not influenced by any type of hypnotic drug. As the scale decreases, sedation levels increase being 70 considered mild sedation and below 60, high levels of hypnosis (Table I). This is true both for anesthetic induction and recovery.

Chart II - Flowchart for Calculating BIS



### BIS CLINICAL EVALUATION

Early clinical studies were combined to form the basis for the BIS monitor model 1.1<sup>12,13</sup>. In this study, BIS was compared to median frequency and spectral edge frequency as to its ability to forecast movement at skin incision in patients submitted to anesthesia with thiopental and isoflurane. The result was significantly different between BIS levels ( $65 \pm 15$ , mean  $\pm$  SD) of patients reacting to skin incision and those not reacting to such stimuli (BIS 40). Spectral edge frequency 95% and median frequency were not statistically significant<sup>14,15</sup>.

Table I - BIS e Hypnosis Levels

BIS Index	Hypnotic State	Typical Doses	
		Isoflurane (exp %) + N <sub>2</sub> O 50 - 60%	Propofol ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) with alfentanil
100	Conscious	0.0 - 0.2%	0 - 0.35 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
80	Somnolent	0.1 - 0.4%	30 - 70 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
70	Superficial hypnosis	0.2 - 0.6%	75 - 115 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
55	Intermediary hypnosis	0.3 - 0.9%	90 - 150 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
40	Deep hypnosis	> 0.9%	> 150 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
0	Wave suppression		

### BIS LIMITATIONS

Ketamine, which in the pharmacological concept is not a hypnotic drug, produces dissociative anesthesia with excitatory effects on EEG. Ketamine doses of 0.25 to 0.5  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  are sufficient to produce absence of responses, but BIS remains unchanged<sup>16,17</sup>. The association of ketamine to intravenous propofol has an additive effect, but BIS remains unchanged<sup>18,19</sup>.

Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) at 70% leads to no response to commands, but BIS remains unchanged<sup>20</sup>. The addition of N<sub>2</sub>O to propofol decreases the response to several stimuli<sup>21</sup>.

There are no sufficient data to evaluate the use of BIS in neurological patients.

### CONCLUSIONS

BIS is the first sedation and hypnosis depth monitor and only a deeper clinical experience will prove its usefulness in Anesthesiology. Our 4-year experience with this equipment has shown the possibility of inducing adequate anesthesia at lower sedation levels, which are, in general, lower than those obtained by clinical evaluation. Another important and very relevant factor in the clinical practice is the possibility of distinguishing between hypnotic drugs (intravenous or inhalational agents) and the indirect need for analgesia.

### REFERÊNCIAS - REFERENCES

- Gibbs FA, Gibbs EL, Lennox WG - Effect on the electroencephalogram of certain drugs which influence nervous activity. Arch Intern Med, 1937;60:154-166.
- Rampil IJ - A primer for EEG signal processing in anesthesia. Anesthesiology, 1998;89:980-1002.
- Schwilden H, Schüttler J, Stoeckl H - Quantitation of the EEG and pharmacodynamic modelling of hypnotic drugs: etomidate as an example. Eur J Anaesth, 1985;2:121-130.
- Levy WJ, Shapiro HM, Maruchak G et al - Automated EEG processing for intraoperative monitoring: a comparison of techniques. Anesthesiology, 1980;53:223-236.
- Rampil IJ, Matteo RS - Changes in EEG spectral edge frequency correlate with the hemodynamic response to laryngoscopy and intubation. Anesthesiology, 1987;67:139-142.

- Schwilden H, Stoeckl H - Effective therapeutic infusions produced by closed-loop feedback control of methohexital administration during total intravenous anesthesia with fentanyl. Anesthesiology, 1990;73:225-229.
- Barnett TP, Johnson LC, Naitoh P et al - Bispectrum analysis of electroencephalogram signals during waking and sleeping. Science, 1971;172:401-402.
- Rosenblatt M, Van Ness JW - Estimation of the bispectrum. Ann Math Stat, 1972;36:1120-1136.
- Nikias CL, Raghuvver MR - Bispectrum estimation: a digital signal processing framework. IEEE Proc, 1987;75:869-891.
- Sigl J, Chamoun N - An introduction to bispectral analysis for the electroencephalogram. J Clin Monit, 1994;10:392-404.
- Glass PSA, Bloom M, Kears L et al - Bispectral analysis measures sedation and memory effects of propofol, midazolam, isoflurane, and alfentanil in healthy volunteers. Anesthesiology, 1997;86:836-847.
- Dutton RC, Smith WD, Smith NT - The Use of EEG to Predict Movement during Anesthesia, Consciousness, Awareness and Pain em: Rosen M, Lunn JN - General Anaesthesia. London, Butterworth, 1987;72-82.
- Kears LA, Manberg PJ, de Bros F et al - Bispectral analysis of the electroencephalogram during induction of anesthesia may predict hemodynamic responses to laryngoscopy and intubation. Electroenceph Clin Neurophysiol, 1994;90:194-200.
- Sebel PS, Bowles SM, Saini V et al - EEG bispectrum predicts movement during thiopental isoflurane anesthesia. J Clin Monit, 1995;11:83-91.
- Dwyer RC, Rampil IJ, Eger IEI et al - The electroencephalogram does not predict depth of isoflurane anesthesia. Anesthesiology, 1994;81:403-409.
- Moriaka N, Ozaki M, Matsukawa T et al - Ketamine causes a paradoxical increase in the bispectral index. Anesthesiology, 1997;87:A502.
- Suzuki M, Edmonds HL, Tsueda K et al - Ketamine on bispectral index and levels of sedation. J Clin Monit, 1998;14:373-377.
- Sakai T, Singh WD, Kudo T et al - The effect of ketamine on clinical endpoints of hypnosis and EEG variables during propofol infusion. Acta Anaesthesiol Scand, 1999;43:212-216.
- Avramov MN, Badrinath S, Shadrack M et al - The effect of ketamine on EEG-bispectral index (BIS) during propofol sedation. Anesthesiology, 1997;87:A501.
- Barr G, Jakobsson JG, Owall A et al - 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;82:827-830.
- Kears LA, Rosow CE, Zaslavsky A et al - Bispectral analysis of the electroencephalogram predicts conscious processing of information during propofol sedation and hypnosis. Anesthesiology, 1998;88:25-34.

**RESUMEN**

Vianna PTG - Monitor de Profundidad de la Hipnosis. La Electroencefalografía Bispectral

**Justificativa y Objetivos** - La supervisión de la profundidad de la hipnosis y de la anestesia es un acto complejo. La mayoría de las propuestas para supervisar los niveles adecuados de la hipnosis, durante la anestesia, envuelven el EEG usando las ondas del EEG, o más recientemente, usando la forma procesada. La análisis bispectral es el método que permite analizar el EEG en las diferentes fases de frecuencias.

**Contenido** - El EEG procesado es iniciado con la conversión del señal de EEG para la forma digital. El EEG digitalizado puede ser matemáticamente transformado por el proceso

conocido como análisis de Fourier, que separa el complejo señal del EEG en varios componentes de la onda, o sea, en cada porción de diferentes amplitudes, mas, cuya suma, corresponde a la forma original de la onda. Con el empleo de este método surgen varios parámetros. El Índice Bispectral, o simplemente BIS (100-acordado hasta 0- isoelectrico) es derivado de los mejores parámetros (p.ej.: frecuencia de la borda spectral, frecuencia mediana y el "burst supresion" o surto de supresión) que fueron evaluados a través de análisis estadística.

**Conclusiones** - La experiencia clínica ha mostrado que el BIS puede predecir una respuesta a la incisión de la piel durante la anestesia. Entretanto, el BIS no es independiente de la técnica anestésica usada. Hay diferentes respuestas, a depender del hipnótico y analgésico utilizado.