

## 제왕절개술시 태아분만 전 사용된 마취제가 임산부의 Bispectral Index (BIS)와 신생아에 미치는 영향

이화여자대학교 의과대학 목동병원 마취통증의학과교실

권미숙 · 김치효 · 이귀용 · 김동연

= Abstract =

### The BIS Change and Neonatal Effect during General Anesthesia for a Cesarean Section

Mi Suk Kwon, M.D., Chi Hyo Kim, M.D., Guie Yong Lee, M.D., and Dong Yeon Kim, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea

**Background:** The problem of psychological complications (trauma) by intraoperative awareness is a well discussed issue recently. The bispectral index (BIS) is reported to be closely related to the sedation & consciousness of anesthetics. This study was to observe the effects of ketamine injection and enflurane inhalation on the BIS, Apgar score of the neonate and blood gas analysis of umbilical cord artery and vein with general anesthesia for a Cesarean section.

**Methods:** The subjects of the study were 30 pregnant women who received a Cesarean section with general anesthesia. Before the delivery enflurane 1.0% inhalation group (group 1, n = 10), ketamine 20 mg injected group (group 2) and both ketamine 20 mg injected and enflurane 1.0% inhalation group (group 3) were assessed by BIS, blood pressure, heart rate, induction-delivery time, Apgar score of the neonate at 1, 5 minutes and blood gas analysis of the umbilical artery and vein.

**Results:** The BIS of all groups was over 70 after tracheal intubation and the ketamine injected group (group 2) was higher than the enflurane inhalation group (group 1) from 2 minutes after tracheal intubation. The BIS of the both ketamine 20 mg injected and enflurane 1.0% inhalation group (group 3) was lower than the ketamine injected group (group 2), 4 minutes after tracheal intubation. The Apgar score of neonates and blood gas analysis of the umbilical cord artery and vein had no significant differences between these groups.

**Conclusions:** In the anesthetics injected before delivery in a cesarean section under general anesthetics, a small dose of ketamine can increase the BIS while a small dose of ketamine with 1.0% enflurane inhalation decreases the BIS, but in all groups the BIS was over 70 which can cause intraoperative awareness. Thus to avoid this problem, more studies are needed on the methods of anesthesia and multifactorial approaches to increase the utility of BIS monitoring. (**Korean J Anesthesiol 2002; 43: 548 ~ 553**)

---

**Key Words:** Awareness; BIS; Cesarean section; General anesthesia.

---

논문접수일 : 2002년 9월 25일

책임저자 : 김치효, 양천구 목동 911-1, 이대 목동병원 마취통증의학과, 우편번호: 150-710

Tel: 02-650-5560, Fax: 02-655-2924, E-mail: 120060@mm.ewha.ac.kr

## 서 론

최근 수술 중 각성(awareness)으로 인한 정신적 후유증에 대해서 많이 논의되고 있다. 특히 제왕절개술시 전신마취는 임신부의 각성과 태아억제가 없으면서 자궁 수축력에 영향을 미치지 않는 마취제를 사용하여 실시하여야 하므로 비산과수술시의 전신마취보다 환자의 각성 발생빈도가 높아 12-25%에 달한다.<sup>1)</sup> 최근 개발된 bispectral index (BIS)는 뇌전도의 빈도 및 진폭에 phase angle의 개념을 도입한 것으로 마취제에 의한 진정 및 의식 정도와 밀접한 연관성이 있으며, 여러 연구에서 BIS가 propofol, midazolam, isoflurane, alfentanil 투여시 진정 및 의식 소실 수준과 상관관계가 있다고 보고되고 있으나<sup>2-4)</sup> ketamine과 enflurane 투여시 BIS 변화에 대한 연구는 거의 없다. Ketamine은 해리성 마취상태를 보이는 특성을 가진 마취제로 Hirota 등은<sup>5)</sup> propofol-fentanyl 마취시 ketamine 투여가 BIS치를 유의하게 증가시키므로 이러한 마취제들을 병용하는 경우에는 BIS를 사용하여 마취심도를 평가할 때 주의하여야 한다고 보고하였다.

본 연구에서는 제왕절개술을 위한 전신마취시 태아분만 전 투여된 ketamine과 enflurane이 BIS에 미치는 효과를 관찰함으로써 이와 같은 마취제 사용 시 수술 후 상기발생을 감시하는 장치로 BIS가 유용한가를 알아보기 위하여 enflurane 1.0% 흡입, ketamine 20 mg 정주, ketamine 20 mg 정주와 enflurane 1.0% 흡입을 병용투여한 군으로 나누어 BIS와 혈압 및 맥박의 변화를 관찰하고, 사용한 마취제가 신생아에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 태아분만 후 Apgar 점수와 제대동정맥혈의 혈액가스분석치를 비교분석하여 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

전신마취하에서 제왕절개술을 받은 미국 마취과학회 신체등급 분류 1, 2급에 속하는 임신부 40명을 대상으로 하여 자간전증, 태아긴박증 등이 동반된 임신부는 제외하였으며, 모든 대상환자에게 수술전 본 연구에 대한 설명을 하고 동의서를 받았다.

마취유도 30분내지 1시간 전에 마취전처치로 atro-

pine sulfate 0.5 mg을 근주하였다. 마취유도전 임신부 체위를 10도 좌측 경사위로 한 후 마스크로 100% 산소를 3분간 흡입시키면서 환자감시장치로 심전도, 자동혈압측정기 및 맥박산소계측기를 설치하였다. BIS 측정을 위하여 BIS 감시장치(A-2000BIS™ monitor, Aspect Medical System, USA)의 감지기를 환자의 이마 부위에 부착하여 마취유도전치를 측정하였다.

마취유도제로 thiopental 4 mg/kg과 succinylcholine 1.5 mg/kg를 정주하여 기관내삽관을 시행한 후 마취유지는 O<sub>2</sub>와 N<sub>2</sub>O를 각각 50%씩 흡입시키고 enflurane 1% 흡입군(제1군, 대조군, n = 10), ketamine 20 mg 정주군(제2군, n = 10), ketamine 20 mg과 enflurane 1% 병용투여군(제3군, n = 10)으로 나누어 BIS치, 혈압과 심박수의 변화를 관찰하였다. 제2군과 제3군에서 ketamine을 thiopental 투여 후 3분에 정주하고 제1군과 제3군에서는 기관내삽관 직후부터 enflurane 1%를 흡입시켰다. 기관내삽관 직후 수술을 시작하였으며, BIS치는 마취유도전, thiopental과 succinylcholine 투여후 1, 2분에 측정하고 그 직후 기관내 삽관을 시행하였으며 기관내삽관 후 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8분에 BIS를 각각 측정하였다. 혈압과 심박수는 마취유도전, 마취유도 직후, 마취유도 후 2, 4, 6분에 측정하였으며 마취유도-태아분만시간과 신생아의 1분, 5분 Apgar 점수 평가, 태아분만 직후 제대동정맥 혈액가스분석을 시행하여 군간의 차이를 비교하였다. 수술 후 상기에 대한 평가는 수술 종료 후 회복실에서 퇴실시와 수술 후 24시간에 수술 중 기억하는 내용과 꿈이나 환각의 여부 및 수술 중 동통이나 불쾌감이 있었는지에 관하여 면담하였다. 모든 측정치는 평균 ± 표준편차로 표시하였으며 통계학적 분석은 군간의 비교를 위하여 Statview 4.01을 이용한 ANOVA-repeated measures를 시행하여 P값이 0.05 미만인 경우를 유의성이 있다고 간주하였다.

## 결 과

임산부의 연령, 체중, Hct, 마취유도-태아분만시간 및 신생아의 Apgar 점수(1분, 5분)는 각 군간에 차이가 없었다(Table 1).

**BIS치의 변화(Table 2)**

BIS치는 모든 군에서 기관내삽관 후 계속 70 이상을 나타냈으며 제2군(Ketamine 정주군)은 제1군(대조군)에 비하여 기관내삽관 후 2분부터 통계학적으로 유의하게 높았다( $P < 0.05$ ). 그러나 제3군 (Ketamine-Enflurane 병용투여군)은 BIS치가 기관내삽관 후 4분부터 제2군에 비해 유의하게 낮았으며, 기관내삽관후 8분에는 제1군(대조군)에 비해서 유의하게 높았다.

**Table 1. Demographic Data**

	Group 1 (n = 10)	Group 2 (n = 10)	Group 3 (n = 10)
Age (yr)	33.1 ± 3.2	31.3 ± 3.9	31.6 ± 4.2
Body weight (kg)	64.1 ± 8.9	63.5 ± 5.6	66.9 ± 6.2
IDT (min)	10.1 ± 2.3	9.2 ± 1.9	9.0 ± 2.0
Apgar score			
1 min	8.0 ± 1.9	9.0 ± 1.1	9.0 ± 0.5
5 min	9.6 ± 0.8	9.2 ± 2.2	10.0 ± 0.0

Values are mean ± SD. Group 1: thiopental + SCC + enflurane 1 vol%, Group 2: thiopental + SCC + ketamine 20 mg IV, Group 3: thiopental + SCC + ketamine 20 mg IV + enflurane 1 vol%, IDT: induction delivery time.

**제대동정맥 혈액가스분석치의 변화(Table 3)**

제대동정맥혈의 가스분석치는 각 군간에 유의한 차

**Table 3. The Umbilical Cord Blood Gas Analysis**

	Group 1 (n = 10)	Group 2 (n = 10)	Group 3 (n = 10)
<b>Umbilical artery</b>			
pH	7.25 ± 0.04	7.26 ± 0.03	7.27 ± 0.03
PCO <sub>2</sub> (mmHg)	53.2 ± 6.8	54.3 ± 6.8	53.6 ± 3.1
PO <sub>2</sub> (mmHg)	20.2 ± 5.2	20.4 ± 3.5	23.0 ± 4.6
BE (mEq/L)	-4.8 ± 3.7	-3.9 ± 2.8	-3.6 ± 2.2
SO <sub>2</sub> (%)	24.8 ± 11.9	25.4 ± 7.2	31.3 ± 11.0
<b>Umbilical vein</b>			
pH	7.28 ± 0.04	7.30 ± 0.02	7.30 ± 0.02
PCO <sub>2</sub> (mmHg)	50.7 ± 8.1	48.8 ± 5.5	49.5 ± 4.9
PO <sub>2</sub> (mmHg)	32.4 ± 7.5	32.0 ± 7.0	34.8 ± 5.7
BE (mEq/L)	-3.8 ± 3.3	-3.2 ± 1.4	-2.6 ± 1.7
SO <sub>2</sub> (%)	51.4 ± 16.4	52.5 ± 14.8	58.5 ± 10.5

Values are mean ± SD. Group 1: thiopental + SCC + enflurane 1 vol%, Group 2: thiopental + SCC + ketamine 20 mg IV, Group 3: thiopental + SCC + ketamine 20 mg IV + enflurane 1 vol%

**Table 2. The Changes of BIS**

	Pre -induction	After induction		After endotracheal intubation							
		1 min	2 min	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min	6 min	7 min	8 min
Group 1 (n = 10)	97.3 ± 1.3	46.3 ± 14.5	59.3 ± 14.4	76.9 ± 8.6	80.2 ± 7.6	83.7 ± 7.6	82.8 ± 6.9	82.2 ± 7.5	78.5 ± 6.1	77.3 ± 6.1	78.0 ± 5.2
Group 2 (n = 10)	97.0 ± 2.2	58.6 ± 16.4	66.4 ± 15.8	81.0 ± 8.8	88.8* ± 8.7	93.3* ± 6.5	94.5* ± 6.5	95.1* ± 5.6	95.1* ± 4.4	94.18* ± 5.6	95.2* ± 4.9
Group 3 (n = 10)	97.8 ± 0.4	53.7 ± 14.3	61.5 ± 11.8	75.6 ± 3.2	82.0 ± 7.7	87.5 ± 9.3	87.9 <sup>†</sup> ± 9.1	84.8 <sup>†</sup> ± 7.4	83.0 <sup>†</sup> ± 7.6	84.0 <sup>†</sup> ± 4.2	93.0* ± 5.6

Values are mean ± SD. \* $P < 0.05$  compared to group 1, <sup>†</sup> $P < 0.05$  compared to group 2. Group 1: thiopental + SCC + enflurane 1 vol%, Group 2: thiopental + SCC + ketamine 20 mg IV, Group 3: thiopental + SCC + ketamine 20 mg IV + enflurane 1 vol%

Table 4. The Changes of Systolic Blood Pressure and Heart Rate

	Group 1 (n = 10)	Group 2 (n = 10)	Group 3 (n = 10)
Systolic blood pressure			
Preinduction	122.9 ± 10.9	118.6 ± 12.8	114.5 ± 11.4
Postintubation			
Immediately	160.0 ± 35.7	154.8 ± 17.7	146.2 ± 19.6
2 min	144.4 ± 23.9	134.6 ± 14.1	131.8 ± 12.7
4 min	132.3 ± 16.8	129.8 ± 13.5	132.8 ± 14.2
6 min	137.2 ± 21.1	136.8 ± 17.4	147.5 ± 20.1
Heart rate			
Preinduction	89.7 ± 14.7	86.2 ± 19.3	84.0 ± 12.6
Postintubation			
Immediately	113.4 ± 18.0	98.2 ± 8.7	100.3 ± 14.7
2 min	100.4 ± 25.1	84.9 ± 9.5*	88.1 ± 15.4
4 min	100.5 ± 23.1	84.6 ± 14.4*	85.7 ± 13.1
6 min	96.6 ± 21.3	79.7 ± 12.3*	88.1 ± 15.4

Values are mean ± SD. \*P < 0.05 compared to group 1. Group 1: thiopental + SCC + enflurane 1 vol%, Group 2: thiopental + SCC + ketamine 20 mg IV, Group 3: thiopental + SCC + ketamine 20 mg IV + enflurane 1 vol%

이를 보이지 않았다.

#### 수축기혈압과 심박수의 변화(Table 4)

수축기혈압은 각군간에 유의한 차이가 없었으며 심박수는 제2군에서 기관내삽관 후 2, 4, 6분에 제1군에 비하여 유의하게 낮았으나 임상적으로 의미있는 차이는 없었다.

#### 수술 후 상기발생 빈도

모든군에서 수술 후 상기를 일으킨 예는 한명도 없었다.

#### 고 찰

전신마취중의 각성은 수술 후 상기되지 않을 수도 있으나 무의식상태로 저장되어 만성적인 자극을 일으켜 수술 후 불면증, 불안 초조, 우울증, 반복되는 악몽, 죽음에 대한 공포로 인하여 신경증을 일으킬 수 있으므로 수술 중 충분한 마취심도를 유지하여야 한다.<sup>6)</sup> 전신마취 중 각성을 보이는 빈도에 영향을 미치는 요소로는 마취유도제의 선택, 태아만출전 마취유지 방법, IDT, 분만의 응급여부, 수술 중 각성 평가 방법 등이 있으나 마취과의사의 노력에 의하여

수술 중 각성 및 수술 후 상기 발생을 줄일 수 있는 방법은 태아억제 작용이 없는 마취유도제 및 유지제를 사용하여 마취심도를 깊게 하고 적절한 마취심도 측정이 가능한 유용한 감시장치를 이용함으로써 가능할 것으로 생각된다.<sup>7-9)</sup>

제왕절개술시 전신마취는 일반적으로 thiopental과 succinylcholine을 이용하여 기관내삽관을 시행한후 태아만출전까지 nitrous oxide 50%와 enflurane 0.75-1% 또는 isoflurane 0.75%를 흡입시켜 산모의 각성발생 빈도를 줄이고 자궁의 혈류를 증가시키는 이점을 얻을 수 있다.<sup>10)</sup> 전선영 등은<sup>11)</sup> 제왕절개술시 thiopental로 마취유도 후 태아만출때까지 N<sub>2</sub>O 50%, O<sub>2</sub> 50%와 enflurane 0.8%로 마취를 유지하는 경우 피부 절개 직후와 태아만출 직후에 수술 중 인지를 초래할 수 있으므로 마취제의 추가 투여가 필요하며 이때 BIS는 제왕절개술 중 인지를 감시하는 도구로 유용하다고 보고하였다.

Schultetus 등은<sup>12)</sup> 제왕절개술시 마취유도제로 ketamine 1 mg/kg을 사용한 경우에 thiopental 4 mg/kg 단독사용 또는 ketamine 0.5 mg/kg-thiopental 2 mg/kg 병용사용한 경우보다 산모의 수술 중 인지를 평가하는 isolated forearm technique (IFT)에 대한 산모의 반응을 효과적으로 차단할 수 있었다고 보고하였으나

김종학 등은<sup>13)</sup> thiopental 4 mg/kg-ketamine 20 mg 투여군이 propofol 2 mg/kg 투여군보다 수술 중 IFT로 측정된 청각인지반응 양성률이 낮았지만 두 군 모두 높은 양성률을 보였다고 보고하였다. 이와 같이 태아분만 전 사용된 마취제의 종류에 따라 수술 중 각성을 및 수술 후 상기율이 다양하게 보고되고 있는 바 본 논문에서는 BIS치와 수술 후 상기와 상관을 알아보고 ketamine과 enflurane 투여시 BIS치의 변화를 관찰함으로써 이러한 마취제들을 사용하는 경우에 BIS 감시가 유용한가를 관찰한 결과 모든 군에서 수술 후 상기는 한명도 없었으나 BIS치는 태아분만전까지 계속 70 이상이었으며 ketamine 투여군은 거의 90 이상을 유지하여 BIS치와 수술 후 상기 발생빈도와는 상관관계가 없었다.

많은 연구에서 propofol, midazolam, isoflurane, alfentanil 투여시 BIS 변화가 진정 및 의식소실 수준과 상관관계가 있다고 보고되고 있으나 ketamine과 enflurane 투여시 BIS 변화에 대한 연구는 거의 없다. Hirota 등은<sup>5)</sup> propofol-fentanyl 마취시 nitrous oxide와 ketamine이 BIS치에 미치는 효과를 연구한 결과 nitrous oxide는 BIS에 유의한 변화를 나타내지 않으나 ketamine은 BIS를 증가시킨다고 보고하였다. 본 논문에서 ketamine 투여군의 BIS치가 enflurane 흡입군에 비하여 기관내삽관 후 2분부터 유의하게 높게 유지되었으며 ketamine-enflurane 병용투여군은 기관내삽관 후 4분부터 유의한 차이를 나타내어 ketamine이 BIS를 증가시키는 경향이 있는 것으로 관찰되어 Hirota 등의<sup>5)</sup> 보고와 일치하였다.

Barr 등은<sup>14)</sup> 흡입 또는 정맥마취시 Nitrous oxide 사용은 마취심도를 깊게 하는 것으로 잘 알려져 있기 때문에 BIS치에 변화를 일으킬 것으로 기대가 되나 BIS치에 변화를 보이지 않는다면 BIS가 진정 정도를 정확히 반영하는 것은 아니라는 점을 고려하여야 한다고 보고하였으며, Coste 등도<sup>15)</sup> propofol과 remifentanyl을 이용한 전신마취시 nitrous oxide를 병용하는 경우 마취심도 감시를 위한 BIS의 사용은 유용성이 없다고 보고하였다.

Wu 등은<sup>16)</sup> 마취유도제로 ketamine 1.5 mg/kg과 succinylcholine 1 mg/kg을 정주한 환자에서 BIS치가 기관내 삽관후까지 계속 90 이상을 유지하였으나 마취후 각성, 심망이나 환각을 보인 환자는 없었다고 보고하였으며 ketamine 마취시에는 진정효과 감시장

치로 BIS가 적합하지 않음을 제시하였다. 본 논문에서도 모든 군에서 기관내삽관 후 BIS치가 70 이상으로 유지되었으나 수술 후 상기를 일으킨 임신부는 한명도 없었다. 또한 Sakai 등도<sup>17)</sup> propofol과 ketamine은 수면 종말점(hypnotic endpoint)에 이르는데 상승효과가 있으나 ketamine은 수면효과에 비례하는 BIS치의 감소를 보이지 않으므로 BIS 감시가 의미가 없다고 보고하였으며, Hui 등은<sup>18)</sup> ketamine 병용이 propofol 마취효과를 상승시키나 BIS나 SEF는 증가시킨다고 보고하였다.

Rosén과 Hägöndal은<sup>19)</sup> ketamine 투여가 전신마취 중에 나타나는 일반적인 EEG 양상과는 달리 amplitude를 증가시키고 dominant frontal rhythmic  $\theta$  activity를 나타낸다고 보고하였으며, Hering 등은<sup>20)</sup> midazolam 0.1 mg/kg 정주로 전치치환 환자에서 ketamine 투여시 fast  $\beta$  range (13-18 Hz) activity가 증가한다고 보고하였으며 Schultz 등도<sup>21)</sup> Ketamine 투여시 EEG상 fast  $\beta$  wave를 보인다고 보고하였다. Rampil은<sup>22)</sup> ketamine이 마취에 사용되는 경우 BIS 계산에 교정이 적용되어야 하며 EEG parameter인 burst suppression ratio, QUAZI suppression ratio, relative  $\beta$  ratio, SynchFastSlow를 이용하여 BIS를 계산하는데 근육 활성도는 이론적으로 영향이 없다고 하였다.

결론적으로 제왕절개술을 받는 임신부에서 태아분만 전 투여된 마취제 중 소량의 ketamine 정주가 BIS치를 증가시킬 수 있으며 1.0% enflurane 흡입은 BIS치를 감소시켰으나 모든 군에서 수술 중 BIS치가 70이상으로 수술 중 각성을 일으킬 수 있으므로 이를 줄이기 위한 마취방법에 대한 연구가 진행되어야 하며 BIS 감시의 유용성을 높이기 위한 다각적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. Shinider SM, Levinson G: Anesthesia for Cesarean Section. In: Anesthesia for obstetrics. 3rd ed. Edited by Shinider SM, Levinson G: Baltimore, Williams & Wilkins. 1993, p234.
2. Glass PSA, Bloom M, Kearse L, Rosow C, Sebel P: Bispectral analysis measures sedation and memory effect of propofol, midazolam, isoflurane and alfentanil in healthy volunteers. Anesthesiology 1997;

- 86: 836-47.
3. Doi M, Gajraj RJ, Mantzaridis H, Kenny GNC: Relationship between calculated blood concentration of propofol and electrophysiological variables during emergence from anaesthesia: comparison of bispectral index, spectral edge frequency and auditory evoked potential index. *Br J Anaesth* 1997; 78: 180-4.
  4. Liu J, Singh H, White PF: Electroencephalographic bispectral index correlates with intraoperative recall and depth of propofol-induced sedation. *Anesth Analg* 1997; 84: 185-9.
  5. Hirota K, Ishihara KH, Matsuki A: The effects of nitrous oxide and ketamine on the bispectral index and 95% spectral edge frequency during propofol-fentanyl anesthesia. *Eur J Anaesth* 1999; 16: 779-83.
  6. Blacher RS: Awareness during surgery. *Anesthesiology* 1984; 61: 1-2.
  7. Malinow AM: General Anesthesia for Cesarean Delivery. In: *Obstetric anesthesia*. Edited by Norris MC: Philadelphia, JB Lippincott Company. 1993, pp 382-3.
  8. Jessop J, Jones JG: Conscious awareness during general anesthesia-What are we attempting to monitor? *Br J Anaesth* 1991; 66: 635-7.
  9. Ghoneim MM, Block RI: Learning and consciousness during general anesthesia. *Anesthesiology* 1992; 76: 279-305.
  10. King HK, Ashley S, Brathwaite D, Decayette J, Wooten DJ: Adequacy of general anesthesia for cesarean section. *Anesth Analg* 1993; 77: 84-8.
  11. 전선영, 임혜자, 조현, 이해원: 전신마취하 제왕절개술을 받는 산모에서 Bispectral Index를 이용한 마취중 인지기 감시. *대한마취과학회지* 2000; 39: 632-7.
  12. Schultetus RR, Hill CR, Dharamraj CM, Berman LS: Wakefulness during cesarean section after anesthetic induction with ketamine, thiopental, or ketamine and thiopental combined. *Anesth Analg* 1986; 65: 723-8.
  13. 김종학, 이춘희, 김치효: 제왕절개술시 마취유도제로 thiopental-ketamine과 propofol이 임신부의 각성과 신생아에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1995; 29: 204-12.
  14. Barr G, Jakobsson JG, Owall A, Anderson RE: Nitrous oxide dose not alter bispectral index: study with nitrous oxide as sole agent and as an adjunct to I.V. anaesthesia. *Br J Anaesth* 1999; 82: 827-30.
  15. Coste C, Gulgnard B, Menigaux C, Chauvin M: Nitrous oxide prevents movement during orotracheal intubation without affecting BIS value. *Anesth Analg* 2000; 91: 130-5.
  16. Wu CC, Mok MS, Lin CS, Han SR: EEG-bispectral index changes with ketamine versus thiamylal induction of anesthesia. *Acta Anaesthesiol Sin* 2001; 39: 11-5.
  17. Sakai T, Singh H, Mi WD, Kudo T, Matsuki A: The effect of ketamine on clinical endpoints of hypnosis and EEG variables during propofol infusion. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43: 212-6.
  18. Hui TW, Short TG, Hong W, Suen T, Gin T, Plummer J: Additive interactions between propofol and ketamine when used for anesthesia induction in female patients. *Anesthesiology* 1995; 82: 641-648.
  19. Rosén I, Hägöndal M: Electroencephalographic study of children during ketamine anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1976; 20: 32-39.
  20. Hering W, Geisslinger G, Kamp HD, Dinkel M, Tschalkowsky K, Rugheimer E, et al: Changes in the EEG power spectrum after midazolam anaesthesia combined with racemic or S-(+) ketamine. *Acta Anaesthesiol Scan* 1994; 38: 719-23.
  21. Schultz A, Schultz B, Zachen B, Pichimayr I: The effects of ketamine on the electroencephalogram-typical patterns and spectral representations. *Anaesthesist* 1990; 39: 222-5.
  22. Rampil IJ: A primer for EEG signal processing in anesthesia. *Anesthesiology* 1998; 89: 980-1002.