흡입마취 중 Sevoflurane의 폐포 내 농도를 낮추면 Sevoflurane에 의한 부작용을 막을 수 있는가?

전남대학교 의과대학 마취통증의학교실

배 홍 범 · 정 성 욱 · 정 창 영

Can Lower Alveolar Concentration Reduce the Adverse Effects of Sevoflurane Anesthesia?

Hong Beom Bae, M.D., Seong Wook Jeong, M.D., and Chang Young Jeong, M.D.
Department of Anesthesiology, Chonnam National University Medical School, Gwangju, Korea

Background: The bispectral index, a parameter of electroencephalography (EEG) and a tool for the measurement of sedative state has been used in general anesthesia and for the assessment of sedative degree in intensive care units. The adverse effects of inhalation agents are various although hepatic toxicity, renal toxicity, postoperative nausea, and vomiting have been reported. This study was designed to evaluate the adverse effect of inhalation agents.

Methods: Forty-four adult patients scheduled for thyroidectomy under general anesthesia were randomly assigned to one group with a BIS below 40 (BIS40 group, n = 23) or to a group with a BIS from 50 to 60 (BIS60 group, n = 21). Hgb, WBC count, PLT count, renal function, and liver function were measured pre-and post-operatively (after 24 hrs). The degree of postoperative nausea and vomiting were estimated using the Rhodes Index of Nausea, Vomiting and Retching (RINVR) in postoperative 6 hrs, 12 hrs and 24 hrs.

Results: The amount of fentanyl used during the operation were greater in the BIS60 group than in the BIS40 group for adequate analgesia, and the preoperative and postoperative values of Hgb, WBC count, PLT count, AST, ALT, ALP, s-BUN, and s-creatinine were not significantly different between the BIS40 and BIS60 groups. 6 hrs, 12 hrs and 24 hrs post-operatively no differences were observed between groups by RINVR in terms of nausea and vomiting.

Conclusions: The adverse effect of an inhalation agent appears not to be related to its concentration when sevoflurane with BIS monitoring are used to reduced the amount of agent inhaled. (Korean J Anesthesiol 2004; 46: 658~664)

Key Words: bispectral index, RINVR, sevoflurane, nausea and vomiting.

서 론

흡입마취는 폐를 통한 약물의 투여와 배설이 쉽게 이루어지며 조절이 용이하여 널리 사용되어지고 있으며 1946년 Morton이 에테르를 처음 사용한 이후 많은 마취제가 개발되어¹⁾ 현재는 enflurane, isoflurane, desflurane, sevoflurane 등이 사용되고 있다. 이중 다른 흡입마취제에 비해 용해도가 낮아 마취유도와 각성이 빠른 desflurane과 sevoflurane이 최

근 우리나라에 도입되어 그 사용이 증가되고 있으며 특히 sevoflurane은 자극적이지 않은 냄새와 빠른 마취유도의 특성으로 인해 소아마취와 외래환자의 마취분야에서 그 사용이 증가되고 있는 추세이다.

그러나 이러한 흡입마취제의 사용에 의한 부작용으로는 약제의 종류에 따라 다르기는 하지만 간독성, 신독성, 수술 후 오심, 구토 등이 보고되고 있다. 특히 수술 후 환자가 겪게 되는 오심, 구토는 전신마취 후 가장 흔히 나타나는 부작용으로 환자의 나이, 성별, 비만, 멀미나 수술 후 오심 구토의 기왕력, 불안, 수술종류에 따라 차이가 있으나 이른바 'Little Big Problem'으로 잘 알려져 있다.^{2,3)} 이는 그 빈도는 높지 않으나 수술 후 오심 구토가 발생할 경우 환자는 다른 어떤 합병증에 비교할 수 없는 괴로움을 겪게 된다는 것이다. 또한 감상선절제술의 경우 다른 수술에 비해 수술 후 오심 구토의 빈도가 높아 흡입마취제에 의한 전신마취

논문접수일 : 2004년 2월 13일
책임저자 : 정성욱, 광주광역시 동구 학동 8번지
전남대학교병원 마취통증의학과, 우편번호: 501-757
Tel: 062-220-6893, Fax: 062-232-6294
E-mail: anesman@jnu.ac.kr
석사학위논문임.

시 저자에 따라 차이가 있으나 60-85%의 높은 발생빈도를 보고하고 있어^{4,5)} 이를 예방하기 위한 많은 노력들이 기울여지고 있다.

Bispectral Index (BIS)는 뇌에서 마취제나 진정제의 최면 효과를 측정하는 뇌전도(Electroencephalogram, EEG)의 지표로써 통계학적으로 의식 및 무의식에 관련이 있다고 여겨지는 빈도(frequency), 진폭(amplitude) 및 위상각(phase angle)의 측정에 의하여 뇌의 활성도가 전혀 없는 경우를 0, 완전한 각성상태에 있는 경우를 100으로 하여 환자의 현재 최면상태를 숫자로 나타내 주는 지표이다.^{6,7)} BIS는 환자의 진정 및 의식 상태에 관련된 뇌 전도 변화를 기술하기 위해 고안된 지수이며 전신마취 하에서 BIS 사용의 유용성을 확인하기 위하여 많은 연구가 진행되고 있다. BIS는 환자의 최면상태에 국한된 지표로 전신마취의 4요소가 무의식, 무통, 무반사, 무운동인 것을 감안해 볼 때 엄밀한 의미에서는 마취깊이를 나타내는 것은 아니라고 말해야 하겠지만 혈액학 감시, 신경근 감시 등과 함께 사용될 때 마취의사에 좋은 마취깊이의 표식자로 사용될 수 있다.

이에 저자는 sevoflurane으로 전신 마취하는 과정에서 BIS Index로 마취깊이를 관찰하여 마취의 깊이가 술 후 sevoflurane의 부작용 발생에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

대상 및 방법

본원에 입원하여 sevoflurane 마취 하에서 갑상선절제술이 예정된 미국마취과학회 신체분류상 1급에 해당하는 18세 이상 65세 미만의 성인 환자 44명으로 하였다. 대상환자 중 술 전 24시간 이내에 오심과 구토가 있는 경우, 항구토제나 steroids, 항히스타민제, psychoactive drugs를 투여 받았거나 신장 또는 간 기능에 이상이 있는 경우, 그리고 심한 고혈압과 당뇨가 있는 경우는 대상에서 제외하였다. 본 연구의 시작 전에 본원 윤리위원회의 승낙을 받았으며 수술 전 환자의 동의를 구하였다.

대상군은 무작위로 적절한 마취유지를 위해 BIS를 감시하며 BIS를 40이하로 유지하며 sevoflurane을 투여한 군(BIS40군, n = 23)과 BIS를 60을 목표로 sevoflurane으로 마취한 군(BIS60군, n = 21)으로 나누었으며 환자의 연령, 성별, 체중, 신장은 양군간에 차이는 없었다(Table 1).

모든 환자에서 고형식과 우유는 수술전날 밤 12시부터 금하였고 마취 전 투약으로는 midazolam (Dormicum®, 한국로슈, 한국) 0.07 mg/kg을 경구 투여하고 ranitidine (U-rantac®, 한진제약, 한국) 100 mg을 정주 하였으며 수술실 도착 후 양와위로 안정을 취하게 한 뒤 환자 감시장치를 부착하였다.

BIS와 95% spectral edge frequency (SEF)의 측정을 위해 BIS Monitor (A-2000, Aspect Medical System, USA)를 이용

하였으며 sensor는 international 10-20 system에 근거하여 세 개의 동심원 중에 먼저 1번 동심원을 코의 1.5 inches 상방의 이마에 오게 하고 3번 동심원은 오른쪽 눈 꼬리와 머리선 사이의 측두부에 오도록 하여 부착하고 부착을 확실하게 하기 위해 sensor의 가장자리를 잘 붙여주며 각 동심원을 약 5초간 눌러 부품의 접촉을 확실하게 확인한 뒤 sensor tab을 patient interface cable (PIC)에 연결한 뒤 지속적으로 측정하였다.

마취유도 전 양군 모두의 환자에서 BIS를 측정하여 기록한 후 두 군 모두에서 마취의사가 BIS를 감시하며 BIS40군은 BIS를 40이하로 유지하며 마취하고 BIS60군은 BIS를 60을 목표로 유지하며 마취하였다. 두 군 모두에서 맥박 수, 평균동맥압, 호기말 sevoflurane 분압, BIS, SEF를 지속적으로 감시하였으며 호기말 sevoflurane 분압을 비교하기 위하여 마취유도 15분부터 15분 간격으로 120분까지 기록하였다. 술 중 적절한 혈액학 지수의 유지를 위하여 심박동수와 수축기혈압이 마취 유도전보다 30% 이상 증가하거나 수축기혈압이 170 mmHg 이상시 fentanyl citrate (구연산 펜타닐®, 하나제약, 한국) 50µg씩을 정맥주사하고 기록하여 양군간에 사용량을 비교하였다.

마취유도는 혈압과 심박수 및 BIS가 일정하게 유지됨을 확인한 뒤에 100% 산소 8 L/min을 1-2분간 흡입시킨 후 propofol (Anepol®, 하나제약, 한국, 2 mg/kg)과 rocuronium bromide (Esmeron®, 한국오가논, 한국, 1 mg/kg)를 정맥 주사한 후 기관내 삽관을 시행하였으며 전체가스유량 4 L/min (N₂O : O₂ = 2 L : 2 L)를 사용하여 호기 말 이산화탄소 분압이 30-35 mmHg가 되도록 반 폐쇄식 순환방법으로 조절환기를 실시하였다.

두 군 모두에서 기관 내 삽관 후 마취회로를 기관 내 튜브에 연결한 후 sevoflurane의 흡기 분율을 0.5 최소 폐포 내

Table 1. Patient Characteristics and the Amount of Drugs Used

	BIS40 group (n = 23)	BIS60 group (n = 21)
Age	42 ± 13	43 ± 11
Sex (F : M)	22 : 1	19 : 2
Weight (kg)	69 ± 9	59 ± 11
Height (cm)	159 ± 4	157 ± 7
Use of rocuronium (mg)	57 ± 13	71 ± 22*
Number of patients using fentanyl	0/23	10/21* (87 ± 54 ug)

Values are shown as mean ± SEM. BIS40 group: maintain below 40 of BIS index during sevoflurane anesthesia. BIS60 group: maintain 60 of BIS index during sevoflurane anesthesia. *: P < 0.05 compared with BIS 40 group.

Table 2. Rhodes Index of Nausea, Vomiting, and Retching (RINVR)

1. XXX 한지 00시간 동안 ()번 토했다.	7번 이상	5-6번	3-4번	1-2번	토하지 않았다
2. XXX 한지 00시간 동안 헛구역질 때문에 () 고생하였다.	전혀 고생하지 않았다	경미하게	중간 정도로	많이	못견딜 정도로
3. XXX 한지 00시간 동안 토한 것 때문에 () 고생하였다.	못견딜 정도로	많이	중간 정도로	경미하게	전혀 고생하지 않았다
4. XXX 한지 00시간 동안 () 시간 동안 메스꺼웠다.	전혀 메스껍지 않았다	1시간 이하	2-3시간 이하	4-6시간 이하	6시간 이상
5. XXX 한지 00시간 동안 메스꺼움 때문에 () 고생하였다.	전혀 고생하지 않았다	경미하게	중간 정도로	많이	못견딜 정도로
6. XXX 한지 00시간 동안 한번 토할 때마다 () 토했다.	매우 많이 (3점 이상)	많이(2점에서 3점 미만)	중간 정도로(반점에서 2점 미만)	적게(반점까지)	토하지 않았다
7. XXX 한지 00시간 동안 ()번 메스꺼웠다.	7번 이상	5-6	3-4	1-2	0
8. XXX 한지 00시간 동안 토하지는 않았으나 ()번 헛구역질은 하였다.	0	1-2	3-4	5-6	7번 이상

농도(minimum alveolar concentration, MAC)로 시작하여 2 MAC까지 증가시킨 후 sevoflurane의 호기 말 농도가 흡기 농도와 비율이 일정하게 유지 될 때까지를 마취 도입시간으로 하였으며 이때 수술을 시작하게 하였다.

심전도, 맥박산소포화도, 호기 말 이산화탄소 분압, 동맥압 등과 함께 흡기 및 호기의 가스(산소, 이산화탄소, 아산화질소 및 sevoflurane)의 농도를 환자 감시기(Datex-Engstrm, Finland)를 이용하여 지속적으로 측정하고, 근 이완의 정도는 relaxography (Datex, Finland)를 사용하여 사연속 자극(Train-of-four, TOF)에서 첫 번째 반응(T1)이 나오면 rocuronium 0.5 mg/kg를 추가 투여하여 근이완 상태를 유지하고 두 군간에 사용량을 비교하였다. 수술이 끝난 후 pyridostigmine 500µg/kg, glycopyrrolate 10µg/kg를 정주 하여 잔여 근 이완을 역전시켰다.

두 군 모두에서 맥박 수, 평균 동맥압, 호기 말 sevoflurane분압, BIS, SEF를 지속적으로 감시하였으며 수술이 끝남과 동시에 모든 마취제의 투여를 중단하고 환자를 각성시켰다.

수술과 마취가 모두 끝난 후 환자를 회복실로 옮긴 시간을 기준으로 하여 6시간, 12시간, 24시간에 수술 후 오심 구토를 측정하였다. 또한 N₂O가 조혈기능에 영향을 끼칠 수도 있으므로 혈액소, 백혈구 수, 혈소판의 수를, 간 기능 검사를 위하여 AST, ALT를, 콩팥기능검사를 위하여 BUN, creatinine을 수술전과 수술 후 24시간에 측정하여 비교하였다. 또한 술 후 24시간째에 방문하여 모든 환자에 대해 수술 중 각성에 대한 평가를 시행하였다.

오심 구토의 측정은 Rhodes Index of Nausea, Vomiting and Retching (RINVR)을⁸⁾ 이용하여 측정하였고 8개 항목의 점수를 계산하고 experience score, occurrence score, distress score를 각각 산출하여 두 군간의 비교를 시행하였다(Table 2).

수술 중 각성에 대한 평가는 수술 후 24시간째에 환자에게 마취 중에 일어난 사실(꿈, 환청, 시술자의 목소리, 통증, 괴로움)들을 기억할 수 있는지의 여부를 구체적으로 질문하여 통계자료로 삼았다.

모든 측정치는 평균 ± 표준오차로 표시하였으며 두 군간 변수들의 비교와 수술전후 변수들의 비교는 Student t-test로 유의성을 검정하였으며 P < 0.05인 경우 유의하다고 판정하였다.

결 과

BIS40군과 BIS60군에서의 마취시간경과에 따른 호기 말 sevoflurane농도를 비교하였던 바, 마취시간 30분까지는 두 군간에 차이가 없었으나 45분부터는 BIS40군의 호기 말 sevoflurane농도가 BIS60군의 거의 두 배가 되었다(Fig. 1). 적당한 마취를 유지하기 위하여 투여한 fentanyl 사용량을 조사한 결과 BIS40군에서는 fentanyl을 투여 받은 환자가 한 명도 없었으나, BIS60군에서는 환자의 약 절반 가량이 fentanyl을 투여 받았고 투여 받은 환자의 평균 fentanyl 투여량은 $87 \pm 54\mu\text{g}$ 이었다. 또한 근육을 적절하게 이완시키기 위하여 투여한 rocuronium의 양도 BIS60군에서 BIS40군에 비해 더 많았다(Table 1).

Fig. 1. Changes of end-tidal sevoflurane. BIS60 group shows lower end-tidal sevoflurane concentration than in the BIS40 group after 30 minutes of induction. Values are show as mean $\pm$ SEM. *: $P < 0.05$ compared with BIS 40 group.

수술 후 24시간에 환자를 방문하여 수술 중 각성유무에 대한 평가를 시행하였다. BIS60군과 BIS40군 모두의 환자에서 단 한 명도 수술 중 각성을 느끼지 않았다.

BIS40군과 BIS60군 두 군 모두에서 혈색소와 혈소판 수가 수술 전과 비교하여 수술 후에 유의하게 감소하였으나 임상적으로 문제가 될 만한 수준은 아니었으며 두 군간에는 유의한 차이도 없었다. 백혈구 수는 두 군에서 수술 후에 수술 전 측정치보다 유의하게 증가하였으나 이는 수술 후 염증반응으로 생각되며 두 군간에는 차이가 없었다(Fig. 2).

간 기능 및 콩팥기능의 변화를 비교하기 위하여 수술 전과 수술 24시간 후에 측정한 AST, ALT, ALP, BUN, creatinine의 검사치는 모든 측정값에서 수술전후 및 양 군 간에 유의한 차이가 없었다(Fig. 3, 4).

수술 후 6시간, 12시간, 24시간에서의 오심 구토를 나타내는 RINVR은 experience score, occurrence score, distress

Fig. 2. Comparison of hemoglobin, WBC, and platelets before and after operation in two groups. Values are show as mean $\pm$ SEM. *: $P < 0.05$ vs preoperative value. WBC: white blood cell.

Fig. 3. Comparison of liver function test. All values are not significantly different between groups and intragroup. Values are show as mean $\pm$ SEM. AST: Aspartate aminotransferase. ALT: Alanine aminotransferase. ALP: Alkaline phosphatase.

Fig. 4. Comparison of kidney function test. All values are not significant between groups and intragroup. Values are show as mean $\pm$ SEM. BUN: Blood urea nitrogen.

Fig. 5. Comparison of Rhodes Index of nausea, vomiting and retching (RINVR) at 6, 12, and 24 hours after operation. In BIS40 group, RINVR of postoperative 24 hours was zero. All values are not significantly different between groups. Values are show as mean $\pm$ SEM.

score 모두에서 양 군 간에 통계학적인 의의를 보이지 않았다(Fig. 5). 그러나 수술 후 오심구토의 발생을 비교해보면 수술 후 6시간에 BIS40군에서는 6명/23명(26%), BIS60군에서는 12명/21명(57%)이 오심 또는 구토를 호소하여 통계적으로 의의를 나타냈다. 이 중 BIS40군의 4명(17%)과 BIS60군의 6명(29%)은 수술 후 12시간까지 지속되었다.

고 찰

Sevoflurane은 그 분자구조가 methyl-isopropyl ether로 혈액 가스 분압(= 0.65)은 다른 흡입마취제들에 비해 낮으나 대사율이 높다.⁹⁾ 냄새나 기도자극이 없어 흡입마취만으로 유도가 가능해 소아 및 외래 마취에 널리 사용되나 높은 대사율 때문에 장시간 투여 시 신 독성이 있는 fluoride 및 com-

pound A를 생성시키는 단점이 있다.^{10,11)} 이와 관련하여 수술 전후의 혈액소, 간 기능 검사수치, 콩팥 기능 검사 수치를 비교한 바 양 군 간과 수술 전후의 측정값 사이의 차이는 없었다. 비록 정상범위내의 변화였으나 마취제가 많이 투여된 BIS40군에서 좀 더 증가하는 경향을 보이는데 이는 정상인이 아닌, 즉 간 기능이나 신장 기능이 현저히 감소된 환자에서 좀 더 연구해 보아야 할 여지를 남기고 있다.

수술 후의 오심, 구토의 발생에 영향을 미치는 요인으로 환자의 나이, 성별, 비만도, 수술 후 오심구토의 과거력의 유무, 수술종류와 수술시간, 마취제의 종류, 수술 후의 통증의 유무, 아편양 제제의 사용여부 등 여러 가지가 있으며^{12,13)} 이중 수술의 종류에서는 복강경하 시술 등에서 가장 높게 보고되고 있고 두경부 수술, 복부수술, 사시수술 등에서 높게 발생한다고 보고되고 있다.^{14,15)}

오심, 구토가 일어나는 기전으로는 area postrema에 위치한 chemoreceptor trigger zone (CPZ)에 serotonin, dopamine, acetylcholine의 세 가지 주된 신경전달물질이 관여하여 뇌간의 dorsolateral reticular formation에 위치하며 Botzinger complex라 불리는 vomiting center에 정보를 전달함으로써 구토가 유발된다.¹⁶⁾ 따라서 이러한 신경전달물질이 구토의 중요한 인자로 작용하는데 위장관의 미주신경(vagus nerve), 횡격 신경(phrenic nerve), 늑간신경(intercostal nerve)을 통해서 구토가 원심성 경로로 나타난다.

구심성 미주신경 섬유 경로의 수용체는 mechanoreceptor와 chemoreceptor 두 가지로 나눌 수 있다. mechanoreceptor는 위장관 근육 층에 있으며 장의 팽창 또는 수축에 의하여 활성화되며 chemoreceptor는 소장점막에 존재하며 지나가는 산, 알칼리, 고장액, 기타 자극물질에 의해 활성화되며 이때 최도반사를 일으키는 전달물질로서는 serotonin이 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다.^{17,18)}

전신마취는 점막의 mucosal enterochromaffin cell을 자극하

여 serotonin을 분비시키고 미주신경을 자극하여 구토반사를 개시한다. N₂O는 위 팽창을 일으키고 mechanoreceptor를 활성화시켜 구토를 유발한다. 이외에도 머리와 목, 흉곽, 종격, 삼차신경을 통해서도 충분히 미주신경을 활성화하고 이것이 nucleus tractus solitarius을 거쳐서 vomiting center를 활성화시키는 기전도 마취와 관련된 구토의 원인이라 생각된다.

갑상선절제술은 위장관계의 자극이나 복부팽만이 없음에도 불구하고 두경부조직의 조작으로 인한 미주신경의 자극과 수술을 시행 받는 환자의 대부분이 중년의 여성인 점으로 인하여 수술 후 오심 구토의 발생이 매우 높게 보고되고 있는데 Dejonckheere 등은⁴⁾ halothane으로 전신마취 후 갑상선절제술 환자의 약 60%에서 술 후 오심 구토가 발생한다고 보고하였으며 Ewalenko 등은⁵⁾ fentanyl과 isoflurane을 이용한 전신마취 후 24시간 동안 관찰 한 결과 갑상선절제술 환자의 약 85%에서 술 후 오심 구토가 발생한다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서의 오심 구토가 현저하게 적게 나타난 이유는 propofol을 마취유도제로 사용했기 때문이라 생각된다. 많은 연구에서 propofol이 수술 후 오심구토의 감소에 큰 효과가 있음이 입증된 바 있다.^{19,20)} 갑상선절제술 환자에서 오심 구토가 심할 경우 환자의 불편감이 심하고 입원을 연장시킬 뿐 아니라 봉합부위가 벌어지거나 구토시의 경부의 정맥압 증가 등에 의해 수술 부위의 출혈 등을 가져올 수 있다.^{21,22)}

본 연구에서 sevoflurane과 N₂O의 사용에 의한 수술 후 오심 구토의 발생은 사용량에 관계가 없었다. 이는 propofol 마취유도를 통해 어느 정도 술 후 오심, 구토가 예방된 상황에서는 sevoflurane과 N₂O가 술 후 오심 구토의 발생에 크게 영향을 주지 못함을 알 수 있다.

오히려 흡입마취제의 사용이 적은 BIS60군에서 fentanyl이라는 마약성 제제에 의해 RINVR은 통계적으로 의의가 없었으나 발생율만 비교해 보면 더 많은 환자가 오심 또는 구토를 호소하여 통계적으로 의의를 나타냈다. 이렇게 RINVR과 차이를 보이는 이유는 다소 윤리적인 의도에서 propofol을 마취유도제로 사용하여 발생율(control event rate, CER)을 낮춘 것에 기인하는 것 같다.

본 연구에서 술 후 오심 구토의 측정도구로 사용한 Rhodes Index of Nausea, Vomiting and Retching (RINVR)는⁸⁾ 당초 항암치료 환자의 오심 구토 측정 도구로 개발되어 사용하여 온 바 본 연구에서도 환자가 직접 작성할 수 있는 설문지 형태로 만들어 사용하여 비교적 정확한 자료수집이 되었다고 생각한다(Table 2).

Bispectral Index의 감시를 통한 최면 효과의 평가는 건강한 성인 자원자를 통한 연구에서 시작되었다. Flaishon 등은²³⁾ 40명의 자원자에게 pentothal sodium과 propofol을 투여

하여 모든 환자에서 의식소실을 나타낼 때의 BIS를 65로 발표한 바 있고, Glass 등은²⁴⁾ propofol, midazolam, isoflurane, alfentanil을 이용한 마취에서 약물의 농도와 BIS와 진정점수(Modified Observer's Assessment of Alertness/sedation scale, OAA/S)와의 상관관계가 유의함을 규명하고 의식이 소실되는 BIS를 50 (95%)-67 (50%)로 제안하였다. 또한 Gan 등과²⁵⁾ Song 등은²⁶⁾ 마취 후 조기각성을 위해서는 BIS를 45-60으로 유지하도록 propofol을 줄여서 사용할 것을 제안한 바 있으며, 정성욱 등은²⁷⁾ 장시간의 흡입마취에서 BIS 감시하에 적절한 용량의 마취제를 사용하여 흡입마취제 사용량의 감소와 마취각성과 회복실에서의 퇴실시간이 빨라짐을 보고한 바 있다.

본 연구에서 많은 연구자들의 권고대로 BIS를 60으로 유지하며 sevoflurane의 용량을 적절히 유지하며 마취한 바, 환자에게 투여 된 총 마취제의 용량이 감소하였다. 이는 환자의 조기각성과 빠른 퇴원을 기대할 수 있게 해준다. 또한 BIS를 60으로 유지하여도 환자의 수술 중 각성은 어떤 환자에서도 관찰되지 않았다. 이는 BIS 감시기가 마취깊이를 감시하는 마취 중 꼭 필요한 감시기의 하나로 인정받을 수 있을 것 같다.

또한 수술 후 오심 구토는 양군 모두에서 흡입마취제의 용량에 따라 술 후 오심 구토의 정도에 차이가 없었다. 그러나 보다 장시간의 수술 및 복부수술 후의 오심 구토의 발생에 대해서는 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 BIS로 마취깊이를 감시하며 흡입마취제의 사용량을 조절한 바 sevoflurane을 이용한 흡입마취 시 부작용은 그 농도와는 무관함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Atkinson PS, Rushman GB, Alfred LJ: A synopsis of anesthesia. 10th ed. Bristol, Wright. 1987, pp 1-3.
2. Watcha MF, White PF: Postoperative nausea and vomiting. Anesthesiology 1992; 77: 162-84.
3. Kenny GNC: Risk factors for postoperative nausea and vomiting. Anaesthesia 1994; 49(s): 6-10.
4. Dejonckheere M, Deloof T, Dustin N, Ewalenko P: Alizapride in the prevention of post-thyroidectomy emetic sequelae. Eur J Anaesth 1990; 7: 421-7.
5. Ewalenko P, Janny Sm, Dejonckheere M, Andry G, Wyns C: Antiemetic effects of subhypnotic doses of propofol after thyroidectomy. Br J Anaesth 1996; 77: 463-7.
6. Rampil IJ: A primer for EEG signal processing in anesthesia. Anesthesiology 1998; 89: 980-1002.
7. Sigl JC, Chamoun NG: An introduction to bispectral analysis for the electroencephalogram. J Clin Monit 1994; 10: 392-404.
8. Rhodes VA, McDaniel RW: The Index of Nausea, Vomiting, and

- Retching: a new format of the Index of Nausea and Vomiting. *Oncol Nurs Forum* 1999; 26: 889-94.
9. White PF, Chair M: New horizons in inhalation anesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996; 109(s): 164-5.
10. White PF: Role of rapid short-acting anesthetics, analgesics and muscle relaxants in ambulatory anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 111(s): 223-6.
11. Eger EI, White PF, Bogetz MS: Clinical and economic factors important to anaesthetic choice for day-case surgery. *Pharmacoeconomics* 2000; 17: 245-62.
12. Watcha MF, White PF: Postoperative nausea and vomiting. *Anesthesiology* 1992; 77: 162-84.
13. Kenny BNC: Risk factor for postoperative nausea and vomiting. *Anaesthesia* 1994; 49(s): 6-10.
14. Bailey PL, Streisand JB, Pace NL, Bubbers SJ, East KA, Mulder S, et al: Transdermal scopolamine reduces nausea and vomiting after outpatient laparoscopy. *Anesthesiology* 1990; 72: 977-80.
15. Sengupta P, Plantevin OM: Nitrous oxide and day-case laparoscopy: Effects on nausea, vomiting and return to normal activity. *Br J Anaesth* 1988; 60: 570-3.
16. Andrews PLR: Physiology of nausea and vomiting. *Br J Anaesth* 1992; 69(s): 2-19.
17. Andrews PLR: Vagal afferent innervation of the gastrointestinal tract. In: Cervero F, Mossison JFB, editors. *Progress in brain research* vol. 67. London: Elsevier Science Publishers, 1986: 593-620.
18. Grundy DG, Scratcherd T: Sensory afferents from the gastrointestinal tract. In: Wood JD, editor. *Handbook of physiology*. Bethesda, Maryland: American physiological Society, 1989; 593-620.
19. Gan TJ, Ginsberg B, Grant AP, Glass PS: Double-blind, randomized comparison of ondansetron and intraoperative propofol to prevent postoperative nausea and vomiting. *Anesth* 1996; 85: 1036-42.
20. Tramer M, Moore A, Maquay H: Propofol anesthesia and postoperative nausea and vomiting: quantitative systematic review of randomized controlled studies. *Br J Anaesth* 1997; 78: 247-55.
21. Kapur PA: The big little problem. *Anesth Analg* 1991; 73: 243-5.
22. Wilder-Smith OH, Martin NC, Morabia A: Postoperative nausea and vomiting: a comparative survey of attitudes, perceptions and practice of Swiss anesthesiologists and surgeons. *Anesth Analg* 1997; 84: 826-31.
23. Flaishon R, Windsor A, Sigl J, Sebel PS: Recovery of consciousness after thiopental or propofol: bispectral index and the isolated forearm technique. *Anesthesiology* 1997; 86: 613-9.
24. Glass PSA, Bloom M, Kears L: Bispectral analysis measures sedation and memory effects of propofol, midazolam, isoflurane, and alfentanil in healthy volunteers. *Anesthesiology* 1997; 86: 836-47.
25. Gan TJ, Glass PSA, Windsor A: Bispectral index monitoring allows faster emergence and improved recovery from propofol, alfentanil, and nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology* 1997; 87: 808-15.
26. Song D, van Vlymen J, White PF: Is the bispectral index useful in predicting fast-track eligibility after ambulatory anesthesia with propofol and desflurane. *Anesth Analg* 1998; 87: 1245-8.
27. 정성욱, 박철홍, 정창영: 장시간의 sevoflurane 마취 시 마취제 사용량 및 회복에 미치는 Bispectral Index Monitoring의 효과. *대한마취과학회지* 2002; 43: 401-6.