

잘못 장착된 기화기로 인한 전신마취 중 각성

— 증례보고 —

한양대학교 의과대학 구리병원 마취통증의학교실

김경현 · 조상윤 · 김규남 · 심재항 · 전우재 · 염종훈 · 신우종

Awareness during general anesthesia due to the unlock position of the vaporizer — A report on two cases —

Kyoung Hun Kim, Sang Yun Cho, Kyu Nam Kim, Jae-Hang Shim, Woo Jae Jeon, Jong Hoon Yeom, and Woo Jong Shin

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Hanyang University College of Medicine, Guri Hospital, Guri, Korea

Awareness with recall after general anesthesia is a relatively infrequent occurrence and this awareness is often associated with significant adverse psychological sequelae, including posttraumatic stress disorder. The occurrence of awareness is often the consequence of the light anesthetic techniques with using minor anesthetic agents. Because the locking lever of the Penlon Sigma Delta Anesthetic vaporizer (sevoflurane) was at the unlock position, disconnection happened between the anesthetic machine and the vaporizer (the Selectatec[®] vaporizing system). In our two cases, the inhalation agents were not supplied and awareness with recall was identified after surgery. We recommend to check the concentration of the inhalation agents by monitoring the concentration of using endtidal inhalation agents and to measure the hypnotic level of anesthesia via the bispectral index (BIS) and the auditory evoked potential (AEP). (*Korean J Anesthesiol* 2009; 56: 693~7)

Key Words: Awareness, Disconnection, Vaporizer.

의학의 발전과 더불어 현대 의료는 많은 기술과 장비가 도입되면서 새로운 장비의 사용법과 점검이 의료를 행하는 데 있어 중요한 위치를 차지하게 되었다. 따라서 마취기의 복잡성으로 인한 오작동과 조작 미숙으로 마취 사고의 발생이 증가될 가능성이 있다. 특정 수술과 환자 상태에 따라 보다 적합한 흡입마취제를 선택하여 사용하게 되면서 필요에 따라 해당되는 흡입마취제 기화기를 이동시켜 마취기에 장착하여 사용하고 있다. 이번 증례는 기화기의 잘못된 연결로 인하여 흡입마취제가 환자에게 적절하게 공급되지 않아 전신마취 후 환자가 마취 중 각성을 호소하였기에 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

Received: January 13, 2009.

Accepted: March 14, 2009.

Corresponding author: Sang Yun Cho, M.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Hanyang University College of Medicine, Guri Hospital, 249-1, Gyomun-dong, Guri 471-701, Korea. Tel: 82-31-560-2390, Fax: 82-31-563-1731, E-mail: chosy@hanyang.ac.kr

Copyright © Korean Society of Anesthesiologists, 2009

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

증례

증례 1

체중 75 kg, 신장 168 cm인 17세의 남자환자가 만성 흉농 증을 주소로 비감개절제술을 위하여 본 병원에 내원하였다. 환자는 과거력이나 수술 전 이학적 검사, 혈액 검사와 심전도 검사에서 특이 소견이 없었다. 수술실에 도착 후 심전도, 비침습적 혈압계와 심전도 및 맥박 산소 측정기를 거치하였다. 마취 유도 전 환자의 활력 징후는 혈압 150/90 mmHg, 심장 박동수 분당 79회, 산소 포화도 99%로 나타났으며, 심전도는 정상이었다. 마취 유도를 위해 thiopental sodium 250 mg, rocuronium 50 mg 을 투여한 후 sevoflurane 기화기 (Sigma Delta, Penlon, Abingdon, UK) 농도를 4 vol%와 산소 6 L/min를 공급하였다. 2분 후 근 이완이 충분히 된 것을 확인하고 기관 내 삽관을 시행 하였으며, 산소 2 L/min, 아산화질소 2 L/min, sevoflurane 기화기 농도 2 vol%로 마취를 유지하였다. 50분 정도 수술이 진행 후에 환자의 움직임이 관찰 되었으며, rocuronium 10 mg 을 추가로 투여하였다. 환자의 혈압은 150/70 mmHg, 심장 박동수는 분당 100회로 관찰

되어 sevoflurane 기화기 농도를 4%로 유지하였으며 alfentanil (Alfenil[®], DaeWon Pharm, Korea) 1,000 μ g을 투여하였다. 환자는 수술 중 30분 간격으로 움직임이 관찰되어 30분마다 rocuronium 10 mg을 투여하였으며 수술 중 환자의 활력 징후는 수축기 혈압 120–130 mmHg, 이완기 혈압 70–80 mmHg, 심장 박동수는 분당 70–80회로 비교적 안정적으로 관찰되었다. 수술 기간 동안 환자는 rocuronium 110 mg으로 과량이 투여되었다. 3시간의 수술 후 근이완제의 길항을 위하여 pyridostigmine 10 mg, glycopyrrolate 0.4 mg을 정주한 후 자발 호흡을 유도하여 안정적인 호흡 양상과 의식이 돌아오는 것을 확인한 후 발판을 하였다. 과량의 근이완제가 투여되었으나 근이완제의 길항은 보통의 경우와 같이 이루어졌다. 수술 방포를 걷었을 때 환자의 몸에서 발한의 흔적은 찾을 수 없었으며, 눈물이나 얼굴의 찡그림 등은 관찰되지 않았다. 마취 종료 후 환자는 회복실로 이송되었으며 활력징후와 근이완제의 길항 및 의식 수준, 호흡 양상이 안정적으로 관찰되고 운동 및 감각 신경이 완전히 회복됨을 확인한 후 일반 병실로 이송되었다. 이후 6시간이 경과한 후 환자는 '수술이 시작하는 것은 알지 못하였으나 얼마 지나지 않아 잠이 들었다가 깨는 듯한 느낌이 있었으며 수술 과정이 느껴진다고 하였다. 자신이 깨어 있다는 것을 알고 싶었으나 말을 하거나 몸을 움직일 수 없었다고 하였다. 수술 중 마취 약제가 많이 들어간다는 의사들이 환자가 자주 움직여서 마취약제가 많이 들어간다는 대화를 들을 수 있었으며, 마취 중 통증은 크게 없었다.'고 호소하였다. 환자는 수술 후에 불안, 과민성, 수면 장애 등 다른 증상을 보이지 않았으며 정신과에 자문을 구한 결과 환자의 증상은 경미하며 다른 추가적 치료가 필요하지 않다고 판단되었다. 수술 3일 후 다른 합병증 발생 없이 퇴원하였다.

증례 2

급성중수염으로 충수돌기절제술을 시행 받기 위해 체중 58 kg, 신장 161 cm인 48세의 여자환자가 내원하였다. 환자는 과거력에서 20년 전 제왕절개술을 시행 받았으며, 수술 전 이학적 검사, 혈액 검사와 심전도 검사에서 특이 소견이 발견되지 않았다. 수술실에서의 활력 징후는 혈압 120/80 mmHg, 심장 박동수는 분당 60회, 산소 포화도 99%로 나타났다. 심전도는 정상이었다. 마취 유도를 위해 thiopental sodium 250 mg, rocuronium 40 mg을 투여한 후 sevoflurane 기화기 농도 4 vol%와 산소 6 L/min를 공급하였다. 기관 내 삽관을 시행 후 산소 2 L/min, 아산화질소 2 L/min, sevoflurane 기화기 농도 2 vol%로 마취를 유지하였으며 20분 정도 수술이 진행 후에 환자의 혈압이 160/90 mmHg으로 상승하여서 sevoflurane 기화기 농도를 5 vol%로 유지하였으나 혈압이 조절되지 않아 remifentanil (Ultiva[®], GlaxoSmithKleine, Italy)

을 0.1 μ g/kg/min으로 지속 정주하였다. Remifentanil 지속 정주 후 수축기 혈압 110–130 mmHg, 이완기 혈압 60–70 mmHg으로 유지되었다. 1시간 20분의 수술 후 근이완제의 길항을 위해 pyridostigmine 10 mg, glycopyrrolate 0.4 mg을 정주하였으며 자발 호흡을 유도하여 안정적인 호흡 양상과 의식회복을 확인한 후 발판을 하였다. 마취 종료 후 환자는 '마취가 제대로 되지 않은 것 같다고 호소하였다. 수술이 끝나갈 때 즈음에 수술하는 의사와 간호사와의 대화가 들리기 시작하며 자신의 피부를 만지는 것이 어렵듯이 느껴졌다고 하였다. 통증은 크게 느껴지지 않았어도 자신이 마취에서 깨어났다고 생각하게 되어 의사들에게 알리기 위하여 손을 움직이려 하였으나 몸을 움직일 수 없었다.'고 하였다. 수술 후 환자는 불편함을 호소하지 않았으며 정신과에 자문을 구한 결과 정신과적 치료가 필요할 정도의 증상은 관찰되지 않는다고 하였다.

고 찰

수술이 시작되기 전 1993년 FDA에서 지정한 방법에[1] 따라 마취기를 점검하였으며 다른 이상은 발견 되지 않았다. 마취기는 Datex-Ohmeda Aestiva/5를 사용하였으며 Penlon Sigma Delta Anesthetic vaporizer (sevoflurane)가 장착되어 있었다. 본 증례에서 전신 마취를 유지하는 도중 각성이 일어나게 된 원인을 살펴보면 마취기와 기화기 각각의 기능에는 문제가 없음을 확인하였으며 마취기와 기화기의 연결에 문제가 있었음을 발견하게 되었다. 기화기를 마취기에 부착시키는 방법으로는 cagemount, Drager[®] Plug-In 그리고 Selectatec[®] 방식 등이 있다. Cagemount 방식의 경우 기화기를 나사로 연결해 기화기의 탈착이 번거로운 반면 Drager[®] Plug-In과 Selectatec[®] 방식은 기화기의 잠금 장치를 돌려서 풀기만 하면 기화기를 마취기에서 쉽게 분리하고 다시 장착할 수 있는 방식으로 본 증례에서도 Selectatec[®] 방식을 도입한 기화기가 사용되었다. Selectatec[®] 방식을 도입한 기화기의 경우 잠금 장치가 되지 않아서 마취 회로와 기화기의 연결 부분에서 가스 누출의 증례가 보고 되어 있다[2]. 마취기와 기화기의 연결 부분을 살펴보니 기화기의 잠금 장치가 잠겨져 있지 않았으며 기화기가 마취기에서 육안으로는 감지할 수 없을 정도로 분리되어 있는 것을 발견하였다. 잠금 장치가 되어 있지 않았음에도 Penlon Sigma Delta Anesthetic vaporizer (sevoflurane)의 다이얼을 조절할 수 있었으며 본 증례가 발생 후 가스 감시장치(Datex-Ohmeda S/5TM Anesthesia Monitor, GE Healthcare, USA)로 확인한 결과 흡입마취제의 농도가 0%로 측정되어 흡입마취제가 환자에게 공급되지 않았음을 확인할 수 있었다.

마취 유도를 할 때는 정맥 마취제인 thiopental sodium을

사용하여서 환자의 의식 소실을 유도하였기 때문에 흡입마취제의 공급여부를 확인 할 수 없었으며 의식 소실을 확인한 후 근이완제를 사용하여 반사적인 움직임도 관찰할 수 없었다. 흡입마취제가 공급되지 않았기 때문에 수술을 위한 마취 심도를 유지 할 수 없어서 수술 중 환자의 움직임이 자주 관찰되었고 이로 인하여 많은 양의 근이완제가 투여되었다고 생각 된다. 수술 중에 환자의 활력 징후가 잠시 불안정 하였던 것은 수술적 자극에 의한 것으로 판단하고 통증 조절을 위하여 일회의 아편유사제(alfentanil 1,000 μ g)를 사용한 이후에 활력 징후가 비교적 안정적으로 유지되었기 때문에 흡입마취제가 투여되지 않았음을 의심하는 것이 어려웠다.

본 수술을 시행하는 동안 마취가스 농도 측정기를 사용할 수 없어서 흡입마취제가 환자에게 얼마나 공급되었는지를 확인할 수 없었다. 또한 이중분광지수(bispectral Index, BIS) 감시 등 환자의 최면 깊이 측정을 위한 장치를 사용하지 않아 마취 심도를 파악하는 것이 용이하지 않았다.

증례 1의 수술은 세 번째 수술로 행해졌으며 이전 수술과 수술의 종류가 바뀔에 따라 환자의 위치가 바뀌어서 수술 전 마취기가 이동되었다. 마취기 위치 이동 후에는 양압 누출 검사를 시행하여 마취기와 호흡 회로의 누출 여부를 확인하였다. 이전 수술의 경우 마취 중 특이한 다른 문제가 없었으며 증례 발생 후 추적관찰 상 문제점을 발견 할 수 없었음을 고려하여 볼 때 마취기가 이동하는 동안 잠금 장치가 되어 있지 않은 기화기가 육안으로는 확인 할 수 없을 정도로 마취기 회로와 분리되었을 것으로 생각된다. 증

례 2의 경우 증례 1의 수술이 끝나고 다음 날 다섯 번째 수술로 행하여 졌다. 증례 2가 발생하기 이전 수술의 경우 목표 농도 조절 주입기(OrchestraTM, Fresenius Vial, France)를 이용하여 완전정맥마취를 시행하였기 때문에 기화기를 통한 흡입마취제의 공급이 필요하지 않아서 전신 마취 후 다른 문제가 발생하지 않았다. 기화기에서 가스가 누출되는 것은 양압 누출검사를 통하여는 확인할 수 없으며 유량계 조절밸브, 기화기를 잠근 후 흡인구를 혼합 신선가스 공급부에 연결하고 저압력 회로에 음압을 발생시켜 음압이 유지되는지를 확인하는 음압 누출검사를 시행하여야 확인할 수 있다[1]. 하지만 본 증례에서처럼 기화기가 마취기에서 분리되어 있는 경우 저압회로 누출검사를 시행하여도 가스의 누출 여부를 발견할 수가 없다.

또한 저자들은 본 증례가 있기 전에 기화기를 사용하면 잠금 장치가 잠겨지지 않으면 농도 조절 다이얼이 작동하지 않는다고 알고 있었다. 그러나 Penlon Sigma Delta Anesthetic vaporizer (sevoflurane)나 Blease Datum[®] (sevoflurane) vaporizer의 경우 잠금 장치가 잠기지 않아도 농도 조절 다이얼이 작동하는 것을 확인 할 수 있었다. 다행히 잠금 장치가 잠겨지지 않아도 기화기가 마취기에 정확하게 놓이면 기화기의 연결 장치가 정상적으로 작동하게 되어 흡입마취제는 안정적으로 공급 된다. 하지만 기화기가 마취기에 불완전하게 연결이 된 경우는 기화기를 작동시킬 경우 마취기와 기화기 사이에서 흡입마취제가 누출되며 본 증례에서처럼 기화기가 마취제와 분리되는 경우 흡입마취제가 주입

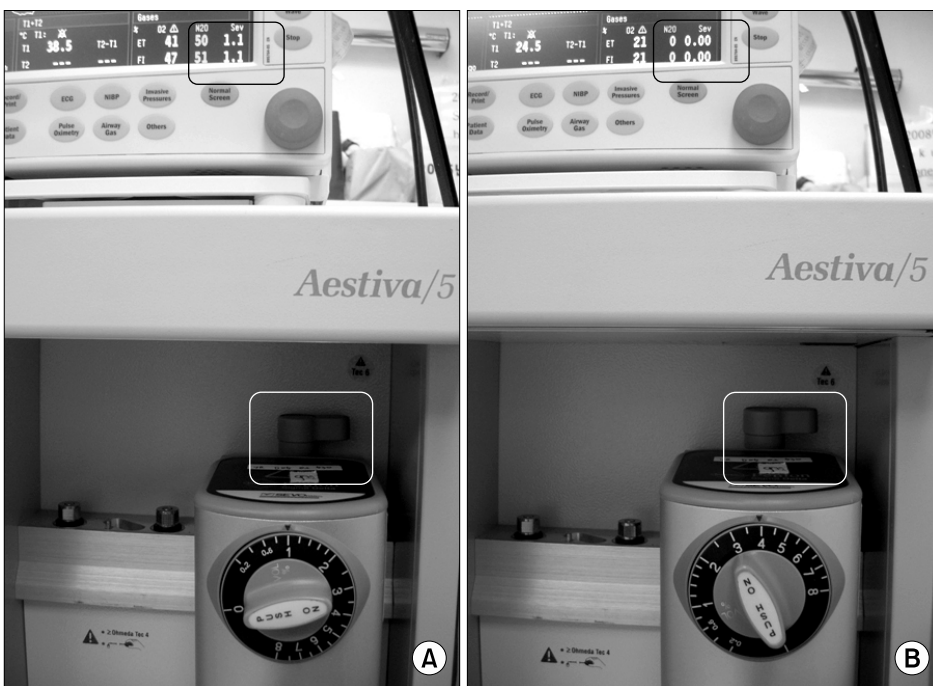


Fig. 1. (A) The function of vaporizer can be normal when the locking lever is maintained at the UNLOCK position. (B) But if the disconnection between vaporizer and anesthetic machine is happened, no inhalation anesthetic agent is supplied although the control knob is rotated. The end-tidal concentration of sevoflurane is zero.

되지 않게 되는 경우도 발생하게 된다(Fig. 1). 이번 경험을 통하여 본원에서는 기화기를 잠금 장치가 잠기지 않으면 농도 조절 다이얼을 조절할 수 없는 Tec 7와 Dräger® Plug-In 방식을 지닌 Dräger Vapor 2000® (sevoflurane)으로 교체하였다.

마취에 있어서는 외현기억과 암묵기억이 중요하다. 외현 기억이란 일어난 사건을 의식적으로 통제 처리에 의해 명확하게 기억하는 기억이며 암묵기억은 무의식적 자동 처리로 명확하게 기억할 수 없으나 이후 행동 변화 등을 일으킬 수 있는 기억을 의미한다. 암묵기억은 의도성이라는 점에서 외현 기억과 구분된다. 본 증례에서의 환자는 외현기억에 해당하는 인지 상태를 보인 것으로 사료된다. 수술 환자에서 이러한 인지나 기억뿐만 아니라 외상성 수술 조작에 대한 스트레스를 방지하기 위하여 적절한 수준의 최면이 필요하며, 마취 깊이의 신속 정확한 판단은 술 중 및 술 후 환자 마취 관리에 있어서 중요하고 필수적이다[3,4]. 마취 중 각성이란 전신마취 하에 환자가 마비와 통증을 느끼게 되는 것으로 수술 후 불안, 과민성, 수면장애 등을 겪게 되며 일부 환자는 장기화되면서 외상 후 스트레스 장애가 발생하기도 한다[5,6]. 마취 중 각성의 빈도는 미국의 경우 약 0.13%로 한 해 미국에서 약 이천만 건의 마취가 시행되므로 대략 26,000건에 이르며[7] 0.1%에서 0.9%까지 보고되기도 한다[8]. 원인으로는 마취 유도 중 약물을 잘못 주입하거나 적은 양의 마취 약제로 마취 심도가 낮은 경우 주로 발생한다[9,10]. 흡입 마취 시에는 폐포 내 분압이 동맥혈과 빠르게 평형을 이루고 다시 뇌조직과 평형을 이루기 때문에 폐포 내 마취제 분압이 중요하다. 그러나 뇌조직의 흡입 마취제의 분압을 직접 측정하는 것은 불가능한 일이므로 뇌파를 이용한 BIS가 마취제가 대뇌에 미치는 영향을 측정하는 하나의 방법이 될 수 있다[11,12]. BIS는 뇌전도의 주파수와 진폭에 위상각(phase angle)의 개념을 도입하여 마취 약제가 중추 신경계에 미치는 진정, 최면 효과를 수치로 표현해 주는 장치이다. Burst (QUAZI) suppression ratio (BSR)는 깊은 마취를 반영하고 beta ratio는 얇은 진정을 반영하며 위상 일치 정도(SynchFastSlow)는 중등도의 진정이나 얇은 마취의 깊이를 잘 반영한다. 이러한 3가지 다른 기술자(descriptor)로부터 측정된 값을 토대로 이미 연구된 자료(database)로부터 BIS 값을 산출해 낸다[11]. BIS외에도 청각 유발전위(auditory evoked potential, AEP)는 반복된 청각 자극에 따라 기록된 뇌파 신호의 평균치로부터 계산하여 마취제를 이용한 전신마취 동안 마취의 정도를 반영한다고 알려져 있다[13,14].

마취의 깊이를 측정하는 목표는 적당한 마취 깊이를 유지하고 수술 중의 의식 및 기억의 소실을 위해 각 환자에서 전달되는 약물들의 최적화를 이루어 내는 것이다. 동맥압, 심장 박동수 등의 환자 활력 징후나 환자의 움직임 등

마취 깊이와 연관 지을 수 있는 임상 징후들이 있지만 항상 신뢰할 수 있는 징후가 아니며 수술 중 근이완제의 사용은 부적절한 마취의 징후를 사라지게 한다. 따라서 BIS와 AEP 등 최면상태나 무의식을 측정할 수 있는 감시 장치가 요구되고 있다. 비록 BIS가 아편유사제[15]나 ketamine [16] 등 특정 약물에 대하여 반응이 독립적이지 못하며 이 경우 진정이나 마취의 깊이를 반영하는 능력을 감소시키는 것으로 생각되나 BIS가 진정이나 마취의 정도를 잘 반영한다는 결과를 증명한 연구들[17,18]에 의하면 수술 중 실시간으로 마취의 깊이에 대한 객관적 지표를 제공함으로써 지금까지의 다른 방법들에 비해 우수하다고 알려져 있다.

마취 중 각성은 매우 커다란 정신적 피해를 입힐 수 있다. 수술이나 진단 및 치료목적의 중재적 시술 동안 환자의 마취 시 부적절한 마취의 결과로 인해 초래되는 통증이나 각성으로 인한 환자의 고통을 방지하기 위하여 마취 깊이의 측정에 대한 중요성이 점점 관심을 끌고 있다. 마취의 깊이를 나타내는 지표는 각성을 조기에 발견할 수 있도록 실시간으로 등급화되거나 표준화되어야 한다. 마취과학의 발달상 마취 깊이에 대한 이해와 측정에 대한 많은 노력이 있어 왔다. 마약성 진통제의 사용이 증가하며 수술 중 활력 징후가 안정된 상태에서의 각성이 발생 할 수 있으며 마취기의 양압 누출검사나 음압 누출검사 등 저압력회로 누출 검사상으로 확인 할 수 없는 기화기의 유출이 있을 수 있다.

사용자는 잠금 장치가 잠기지 않아도 작동되는 기화기가 있음을 숙지하여야 하며 기화기 사용 전에 잠금 장치가 되어 있는지 확인해야 한다. 기화기의 농도 조절 다이얼을 조절함에 따라 마취기에서 환자에게 적절한 양의 흡입마취제가 공급되는지 여부를 확인하기 위하여 마취 중 환자의 흡기와 호기의 흡입마취제 농도의 지속적 감시와 BIS와 AEP 등 환자의 최면상태나 무의식을 측정할 수 있는 감시장치를 사용하는 것이 예상치 못한 사고로 인한 환자의 각성을 방지할 수 있는 방법이 될 것이다.

현재 건강보험 요양급여 기준에 의하면 마취 중 흡기와 호기의 흡입마취제 농도를 측정하는 것과 BIS 등의 감시장치를 사용하는 것에 대한 수가가 정해져 있지 않으며 이로 인하여 수술 중 추가적 감시를 하는 것이 힘든 실정이다. 최근 마취 중 각성이 사회적 관심이 높아지고 법적 소송의 원인이 될 수 있는 가능성이 큰 만큼 이를 예방하기 위한 새로운 건강보험 요양급여 기준의 도입도 필요하다고 사료된다.

REFERENCES

1. Brockwell RC, Andrews JJ. Anesthesia apparatus checkout recommendations. In: Miller's anesthesia. 6th ed. Edited by Miller RD:

- Philadelphia, Elsevier Churchill Livingstone, Inc. 2005, pp 307-10.
2. Lee SY, Suh SH, Cho JH, Lim JA, Lee KM, Woo NS. An unexpected vapor leakage from unlocked vaporizer (Penlon Sigma Delta Anesthetic Vaporizer): a case report. *Korean J Anesthesiol* 2006; 51: 230-2.
 3. Kil HY, Lee SI, Lee SJ, Lee SW, Lee DH. The bispectral index and modified observer's assessment of alertness/sedation scale comparable to effect site concentration of propofol in Koreans. *Korean J Anesthesiol* 2000; 38: 251-7.
 4. Myles PS, Leslie K, McNeil J, Forbes A, Chan MT. Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: the B-aware randomised controlled trial. *Lancet* 2004; 363: 1757-63.
 5. Lennmarken C, Bildfors K, Enlund G, Samuelsson P, Sandin R. Victims of awareness. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002; 46: 229-31.
 6. Mashour GA, Jiang YD, Osterman J. Perioperative treatment of patients with a history of intraoperative awareness and post-traumatic stress disorder. *Anesthesiology* 2006; 104: 893-4.
 7. Sebel PS, Bowdle TA, Ghoneim MM, Rampil IJ, Padilla RE, Gan TJ, et al. The incidence of awareness during anesthesia: A Multicenter United States Study. *Anesth Analg* 2004; 99: 833-9.
 8. Pollard RJ, Coyle JP, Gilbert RL, Beck JE. Intraoperative awareness in a regional medical system: a review of 3 years' data. *Anesthesiology* 2007; 106: 269-74.
 9. Ghoneim MM, Block RI, Haffarman M, Mathews MJ. Awareness during anesthesia: risk factors, causes and sequelae: a review of reported cases in the literature. *Anesth Analg* 2009; 108: 527-35.
 10. Leslie K, Myles PS, Forbes A, Chan MTV, Swallow SK, Short TG. Dreaming during anesthesia in patients at high risk of awareness. *Anesthesiology* 2005; 60: 239-44.
 11. Morimoto Y, Hagihira S, Koizumi Y, Ishida K, Matsumoto M, Sakabe T. The relationship between bispectral index and electroencephalographic parameters during isoflurane anesthesia. *Anesth Analg* 2004; 98: 1336-40.
 12. Johansen JW, Sebel PS. Development and clinical application of electroencephalographic bispectrum monitoring. *Anesthesiology* 2000; 93: 1336-44.
 13. Recart A, Gasanova I, White PF, Thomas T, Ogunnaik B, Hamza M. The effect of cerebral monitoring on recovery after general anesthesia: a comparison of the auditory evoked potential and bispectral index devices with standard clinical practice. *Anesth Analg* 2003; 97: 1667-74.
 14. Schraag S, Bothner U, Gajraj R, Kenny GN, Georgieff M. The performance of electroencephalogram bispectral index and auditory evoked potential index to predict loss of consciousness during propofol infusion. *Anesth Analg* 1999; 89: 1311-5.
 15. Barr G, Anderson RE, Owall A, Jakobsson JG. Effects on the bispectral index during medium-high dose fentanyl induction with or without propofol supplement. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000; 44: 807-11.
 16. Sakai T, Singh H, MI WD, Kudo T, Marsuki A. The effect of ketamine on clinical endpoints of hypnosis and EEG variables during propofol infusion. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43: 212-6.
 17. Ekman A, Lindholm ML, Lennmarken C, Sandin R. Reduction in the incidence of awareness using BIS monitoring. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004; 48: 20-6.
 18. Katoh T, Suzyuki A, Ikeda K. Electroencephalographic derivatives as a tool for predicting the depth of sedation and anesthesia induced by sevoflurane. *Anesthesiology* 1998; 88: 642-50.