

Awareness und Narkosetiefenmonitoring – Lieber ein bisschen wach als ein bisschen tot?

Fallbeispiel

Eine 37-jährige ASA-II-Patientin kommt zur elektiven laparoskopischen Cholezystektomie mit massivem PONV und anamnestisch 3 x Awareness in der Vorgeschichte. Die prämedizierende Kollegin hat besagte Patientin für eine TIVA (totale intravenöse Anästhesie)

mit BIS-Monitoring aufgeklärt. Da ich dieses Verfahren vorher noch nie verwendet hatte, habe ich mich gefragt: Wie funktioniert eigentlich BIS-Monitoring? Welche Alternativen gibt es, um das Risiko einer Awareness zu verringern? Und kann BIS-Monitoring überhaupt das Risiko einer Awareness reduzieren?



Was ist Awareness?

Kommen wir direkt als erstes zu einem der großen Probleme der Awarenessforschung: Es gibt keine einheitliche Definition. Eine gängige Definition ist die intraoperative Wachheit unter Vollnarkose mit bewusster Erinnerung. Hiervon abzugrenzen ist die intraoperative Wachheit mit unbewusster, impliziter Erinnerung. Beide Formen der Awareness können zu Langzeitfolgen führen, allerdings ist Letztere sowohl sehr schwer zu erfassen, erforschen als auch zu therapieren, da sich die Patient:innen eben nicht bewusst erinnern.

Deshalb behandelt dieser Artikel vor allem von Awareness mit expliziter Erinnerung. In einer Studie von Samuelson et al. hatten mehr als 70 % der Patient:innen auditorische und taktile Erinnerungen und 39 % visuelle Erinnerungen.

Wie häufig ist Awareness?

Die Inzidenz ist je nach Quelle sehr unterschiedlich und liegt ca. bei 0,1-0,2 %. Bei einem Risikokollektiv (s. u.) liegt die Inzidenz bei ca. 1 %.

Wie entsteht eine Awareness?

Grundsätzlich entsteht eine Awareness durch eine nicht ausreichende Hypnose (Ausschaltung des Bewusstseins). Allerdings sind die Mechanismen der narkoseinduzierten Bewusstlosigkeit noch nicht ausreichend verstanden, was das Verstehen der Awareness sowie ihre Detektion und Prävention erschwert.

Was sind Risikofaktoren für Awareness?

- Patientenbezogene Faktoren
 - Substanzmissbrauch/ -abhängigkeit
 - genetische Faktoren (z. B. Melanocortin-1-Rezeptor-Mutationen)
 - chronische Schmerzanamnese und Opioidtherapie
 - eingeschränkte hämodynamische Reserve
 - Anamnese für stattgehabte Awareness
 - anamnestisch oder erwartete schwierige Intubation
 - ASA-Klassifikation IV oder V
 - erhöhtes Angstniveau
- Eingriffe mit erhöhtem Awareness-Risiko:
 - kardiochirurgische Eingriffe
 - Sectio
 - akute Traumachirurgie
 - Notfalleingriffe
- Anästhesiologische Faktoren mit erhöhtem Awareness-Risiko:
 - Reduktion von Anästhetika bei vorbestehender Lähmung
 - geplante Anwendung neuromuskulärer Blockade während der Narkose → weniger leichte Detektion zu flacher Narkose und Verstärkung der Wahrnehmung von Ausgeliefert-Sein durch Patient:innen und einer PTBS
 - Opioid-Lachgas-basierte Anästhesieverfahren
 - TIVA
 - RSI

Was sind mögliche Folgen einer Awareness?

Eine Awareness kann die Kriterien eines traumatischen Ereignisses nach DSM-V erfüllen. Häufig entsteht als Folge einer stattgehabten Awareness eine akute Belastungsreaktion mit Angst, Stress, sich aufdrängenden Erinnerungen und Schlafstörungen etc. Innerhalb der ersten vier Wochen ist die Prognose für eine Spontanremission dieser Symptome sehr gut. Allerdings kann es nach einer akuten Belastungsreaktion oder auch ohne dass eine akute Belastungsreaktion aufgetreten ist, zu einer Traumafolgestörung kommen. Aktuelle Studien legen nahe, dass ca. 70 % der Patient:innen nach einer Awareness mit expliziter Erinnerung eine PTBS entwickeln.

Wie sollte man damit umgehen, wenn man den Verdacht hat, dass es zu einer Awareness gekommen sein könnte oder Patient:innen von einer Awareness berichten?

Bei Verdacht auf eine unzureichende Hypnose intraoperativ sollte zunächst die Narkose vertieft und das operative Team informiert werden, damit dieses die chirurgische Manipulation, wenn möglich, pausiert. Patient:innen sollten ruhig angesprochen werden, weil dies das Gefühl des Ausgeliefertseins reduzieren kann.

Ob in einer solchen Situation Benzodiazepine gegeben werden sollten, wird kontrovers diskutiert. Es wurde lange postuliert, dass man durch die retrograde Amnesie die Awareness "löschen" kann, allerdings empfehlen alle aktuellen deutsch-, sowie viele englischsprachige Übersichtsarbeiten dieses Vorgehen nicht. Die Überlegung, die dem zugrunde liegt, ist, dass eine Amnesie eine Awareness mit bewusster in eine mit unbewusster Erinnerung verwandeln kann und damit die Aufarbeitung des ggf. traumatischen Ereignisses deutlich erschwert sein könnte. Hierfür konnten wir jedoch ebenfalls keine gute Evidenz finden.

Postoperativ sollte beim Verdacht, dass eine Awareness passiert sein könnte, eine postoperative Visite mit strukturiertem Interview und Fragen nach Awareness erfolgen. Dabei ist es wichtig, diese Fragen nicht nur unmittelbar postoperativ im Aufwachraum zu stellen, sondern zusätzlich mit ausreichendem zeitlichem Versatz, um sicherzustellen, dass die Patient:innen ausreichend wach sind und weil Erinnerungen an eine Awareness auch mit einigem zeitlichem Versatz erst wiederkommen können. Es gibt einige Fragen, die sich als Formulierungshilfe für ein solches Gespräch anbieten:

- Was ist das Letzte, an das Sie sich erinnern, bevor Sie eingeschlafen sind?
- Was ist das Erste, an das Sie sich erinnern, nachdem Sie wieder aufgewacht sind?
- Erinnern Sie sich an etwas zwischen diesen Zeitpunkten?
- Hatten Sie Träume während der Operation? Waren diese angenehm/ unangenehm?
- Was war das Unangenehmste im Zusammenhang mit Ihrer Operation?

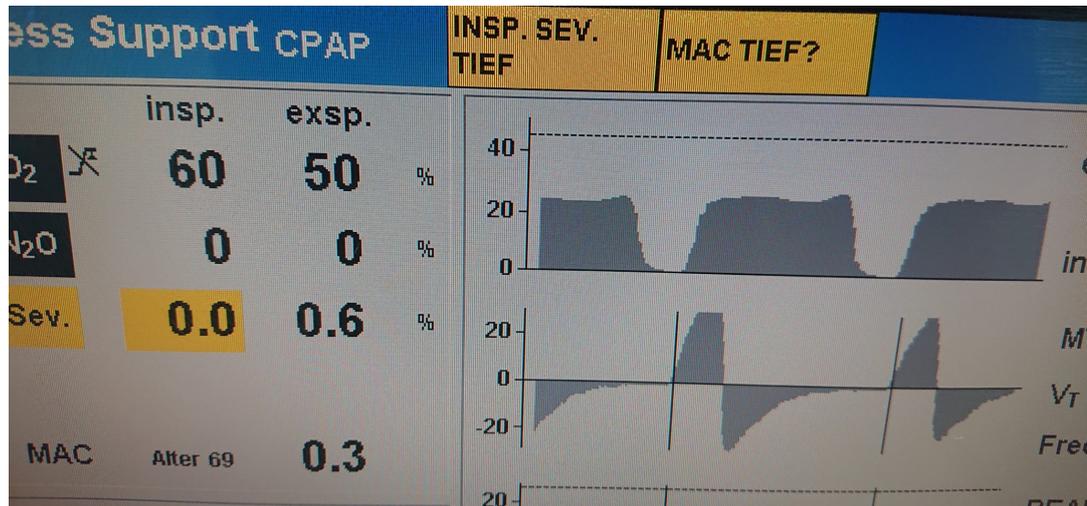
Eine aufrichtige Entschuldigung des Behandlers und eine Erklärung, wie es zu dem Vorfall kam, kann für Betroffene eine große Entlastung darstellen. Patient:innen mit stattgehabter Awareness sollten damit nicht allein gelassen werden, sondern Hilfe in Form von Gesprächen und ggf. psychologische Unterstützung erhalten!

Hat eine Awareness stattgefunden, sollte immer ein Zwischenfallsbericht angefertigt und der Vorfall intern aufgearbeitet werden.

Welche konventionellen Anzeichen einer zu flachen Narkose/ Awareness gibt es?

- Bewegungen
- Befolgen von Anweisungen
- Öffnen der Augen
- Lidreflex
- Pupillengröße (Mydriasis im Rahmen der Exzitation, aber auch in tiefen Narkosestadien möglich, bei tiefer Narkose aber meist ohne Lichtreaktion)
- Schwitzen

- Tränenfluss
- Anstieg von Blutdruck und Herzfrequenz
- Veränderungen der Kapnographie („Mitatmen“) und der pulmonalen Compliance
- Monitoring der altersadjustierten MAC (Minimale alveoläre Konzentration)



Welche Möglichkeiten gibt es um das Risiko einer Awareness zu reduzieren?

Alle Bestandteile des Anästhesiesystems (Vaporen, Zugänge etc.) sollten vor Einleitung und vor dem Abdecken hinsichtlich ihrer Funktionstüchtigkeit überprüft werden, da es einige Fallberichte von Awareness-Fällen gibt, die z. B. auf einen dekonnectierten Zugang zurückzuführen sind. Es ist unklar, ob eine Prämedikation mit Benzodiazepinen das Risiko einer Awareness reduzieren kann. Laut der Handlungsempfehlung der ASA zu dem Thema sollte sie eine Einzelfallentscheidung bei Hochrisiko-Patient:innen bleiben. Mit der Frage, ob die Verwendung eines Narkosetiefenmonitorings das Awareness-Risiko senken kann, beschäftigt sich der nächste Teil dieses Artikels.

Welche technischen Möglichkeiten des Narkosetiefen-Monitorings gibt es?

- Monitoring eines (prozessierten) (frontalen) EEGs
- (faziales) EMG-Monitoring
- Monitoring von akustisch evozierten Potentialen (AEPs) auf akustische Stimuli

Warum ist ein unprozessiertes EEG als perioperatives Standardmonitoring wenig praktikabel?

Ein EEG ist nicht nur sehr zeitaufwendig in der Anlage, sondern vor allem auch extrem komplex in der Interpretation. Anästhesist:innen, die während einer Narkose mit zahlreichen unterschiedlichen

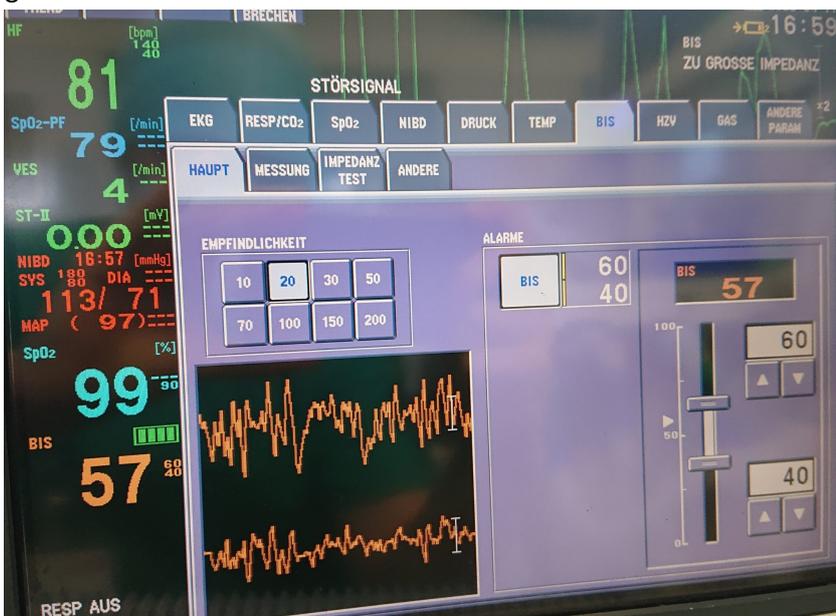
Aufgaben beschäftigt sind, haben vermutlich nicht die Zeit, perioperativ zusätzlich kontinuierlich das EEG zu beobachten und zu interpretieren. Zudem können die EEG-Veränderungen durch Hypnose sehr subtil und mit bloßem Auge schwer zu erkennen sein.

Welche Monitoringsysteme gibt es und wie funktionieren sie?

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Monitoringsysteme. Eine gute Übersicht über die einzelnen Systeme gibt es in der [NICE-Guideline](#) zu dem Thema. Hier eine kurze Zusammenfassung der in Deutschland gängigsten Systeme.

Bispektral Index (BIS):

Der BIS basiert auf einer prozessierten Ableitung eines frontalen Spontan-EEGs. Dabei wird standardmäßig eine einhemisphärische Ableitung verwendet, es kann aber eine zusätzliche Elektrode für die zweite Hemisphäre ergänzt werden. Das abgeleitete EEG wird in Abschnitte von 2 Sekunden unterteilt und Artefakte (EKG, Schrittmacher etc.) werden bereinigt. Diese Abschnitte werden dann mittels Fourier-Transformation (falls ihr auch neugierig seid, wie das funktioniert, gibt es [hier](#) ein wunderbares Video dazu) in numerische Werte überführt. Daraus erfolgt dann anhand eines proprietären, nicht öffentlich zugänglichem Algorithmus die Errechnung des BIS. Dieser Algorithmus basiert auf einer EEG-Datenbank aus ursprünglich 1500 EEGs, die laut Hersteller kontinuierlich erweitert werden. Um was für EEGs es sich dabei handelt, ist nicht bekannt. Das BIS-Monitoring generiert Werte zwischen 0 und 100, wobei für einen Wert von 40-60 eine niedrigere Wahrscheinlichkeit intraoperativer Wachheit gezeigt werden konnte. BIS ist das einzige Monitoringsystem, für das es bisher randomisiert-kontrollierte Studien im Bezug auf Awareness gibt.



Ins Gesamtmonitoring integrierter (älterer...) BIS-Monitor...



.... und etwas modernerer BIS-Monitor ohne Integration ins restliche Monitoring-System.

Entropy Monitor:

Der Entropy Monitor misst nicht die Amplitude oder Frequenz des abgeleiteten frontalen EEGs und EMGs, sondern, wie der Name schon sagt seine Entropie also "Unordnung". Der komplett öffentlich zugängliche Algorithmus basiert auf dem Prinzip, das bei tiefer Narkose die EEG-Signale homogener werden, also die Entropie der Signale abnimmt. Es werden zwei unterschiedliche Parameter bestimmt: Die Response Entropy (RE), die auf dem EMG der Gesichtsmuskulatur beruht und schneller auf Veränderungen reagiert und die State Entropy (SE), die auf dem EEG-Monitoring beruht und stabiler ist als die RE. Die SE ist daher zu einer Quantifizierung der Narkosetiefe besser geeignet. Beide Parameter sollten bei einer ausreichend tiefen Narkose zwischen 40-60 liegen.

Narcotrend:

Der Narcotrend-Monitor basiert auf einem prozessierten frontalen EEG, das nach dem Herausrechnen von Artefakten und Fourier-Transformation ebenfalls ein numerisches Narkosestadium anzeigt. Narcotrend basiert auf der Klassifikation des Schlaf-EEGs nach Loomis und Kugler, die herausgefunden haben, dass während des Schlafens mit zunehmender Schlaftiefe zunächst die Frequenz und dann die Amplitude des EEGs abnimmt.

- Ursprünglich: A (wach), B (sediert), C (flache Narkose), D (Narkose), E (tiefe Narkose), F (Narkose mit zunehmender Burst suppression) basierend auf den Schlafstadien nach Loomis und Kugler
- Aktuell: Stadien wurden in numerische Skala übersetzt von 0 (tiefe Narkose) bis 100 (wach)

AEP-Monitor:

Basiert im Gegensatz zu den anderen Systemen nicht auf einem prozessierten EEG sondern auf akustisch evozierten Potentialen. Akustisch Evozierte Potentiale (AEP) sind elektrische Antworten



des Hirnstamms und des Hörzentrums auf akustische Reize (Clicks), die über Kopfhörer eingespielt werden. Die Antworten des Hirnstamms sind relativ unsensibel gegenüber Anästhetika, während die kortikalen Antworten sich mit steigender Konzentration von volatilen und Injektionsanästhetika deutlich verändern. Die AEPs sind sehr klein und müssen vom Monitor aus dem Basis-EEG herausgerechnet werden. Hieraus errechnet das Gerät einen AEP-Index zwischen 0 und 100. Hier liegt allerdings der Zielwert für eine ausreichend tiefe Narkose bei 25.

Was ist die Evidenz für die Verwendung von Narkosetiefenmonitoren zur Reduktion von Awareness?

BIS ist der einzige Monitor, für den es randomisiert-kontrollierte Studien zur Verhinderung von Awareness gibt. Im Folgenden eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Studien zu diesem Thema. Wer sich gerne mit den Tiefen dieser Evidenz beschäftigen möchte, kann gerne bei den Kolleg:innen von [Depth of Anaesthesia](#) vorbeischaun, die diese Evidenz sehr schön aufgearbeitet haben.

- **B-Aware trial (2004)**
- Erste prospektiv randomisiert-kontrollierte Studie zur Verwendung von BIS-Monitoring zur Awareness-Prävention:
 - Patient:innen mit hohem Awareness-Risiko wurden in 2 Gruppen randomisiert: BIS-Monitoring mit Zielwerten zwischen 40-60 gegen Standardmonitoring .
 - Es wurde nicht unterschieden, ob TIVA oder Gasnarkose.
 - Strukturierte Patient:innenbefragung nach 2-6h, 24-36h und 30 Tage postoperativ
 - 0,17 % Awareness in der BIS-Gruppe und 0,91 % Awareness in der Standardmonitoring-Gruppe = signifikant
 - Legt nahe, dass BIS im Vergleich zum Standardmonitoring bei Hochrisiko-Patient:innen eine signifikante Reduktion des Awareness-Risikos macht.
 - Unklar, ob Reduktion der Awareness auf das BIS zurückzuführen ist oder auf die erhöhte Aufmerksamkeit für eine insuffiziente Hypnose durch die regelmäßige Dokumentation der BIS-Werte, da die Anästhesist:innen nicht verblindet waren.
- **B-Unaware trial (2008):**
 - Hochrisiko-Patient:innen wurden in 2 Gruppen randomisiert, Gruppen mit strukturierten Protokollen
 - BIS (Ziel 40-60) gegen altersadjustierten MAC (0,7-1,3)
 - nur Patient:innen mit Gasnarkose
 - zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen mit einer Awareness-Rate von 0,21 %
- **BAG-RECALL (2011):**
 - große prospektive, internationale randomisiert-kontrollierte Multicenter-Studie mit 6000 Hochrisiko- Patient:innen
 - vergleicht BIS (40-60) mit einem altersadjustierten MAC von 0,7-1,3
 - konnte keine Überlegenheit von BIS gegenüber dem altersadjustierten MAC bei der Verhinderung einer Awareness finden
- **MACS-trial (2012)**
 - wurde nach 21.601 Patient:innen gestoppt, da bei einer vorher geplanten Zwischenanalyse kein Unterschied zwischen den Gruppen gefunden werden konnte



- Awareness-Rate von 0,12 in der MAC-Gruppe und 0,08 % in der BIS-Gruppe = nicht signifikant
- Durch technische Probleme entstand eine Gruppe, die weder BIS noch eine andere Form des Monitorings erhielten, in einer sekundären post hoc Analyse konnte gezeigt werden, dass das BIS-Monitoring zu einer 4,7-fachen Reduktion von Awareness gegenüber der Gruppe ohne jegliches Monitoring der Narkosetiefe führte.
- **TIVA-Trial (2011)**
 - Große randomisiert-kontrollierte Studie mit 5228 Patient:innen
 - Patient:innen bekamen alle eine TIVA, bei allen wurde ein BIS etabliert, in einer Gruppe konnten die Anästhesist:innen den BIS-Monitor einsehen, bei der anderen nicht.
 - Es gab in der BIS-Gruppe 4 Awareness-Fälle (0,14 %) und in der Kontrollgruppe 15 (0,65 %) = statistisch signifikant.
 - Anhand der BIS-Aufzeichnungen konnte als häufigste Ursache für Awareness eine zu flache Narkose mit einem BIS über 60 gefunden werden.

Welche Schlussfolgerungen für die Praxis lassen sich aus der vorhandenen Evidenz ableiten?

Hochrisikopatient:innen sollten ein Narkosetiefenmonitoring bekommen, insbesondere wenn sie eine TIVA erhalten.

Wird ein volatiles Anästhetikum als primäres Anästhetikum verwendet, ist ein MAC-Alarm dem Narkosetiefenmonitoring gleichwertig, auch bei Hochrisiko-Patient:innen.

Auch bei Patient:innen ohne erhöhtes Risiko kann das Awareness-Risiko bei einer TIVA durch Narkosetiefenmonitoring reduziert werden.

BIS ist das einzige Monitoringsystem, für das es zu diesem Thema spezifische Evidenz gibt, für alle anderen Systeme gibt es nur Studien zum Anästhetikabedarf, Aufwachdauer etc., sowie kleine Studien, die ein anderes System gegen BIS vergleichen.

Fazit

1. Narkosetiefen-Monitoring bietet keinen absoluten Schutz vor Awareness, es gibt Fälle von Awareness trotz korrekt angewendetem Monitoring und Werten im Zielbereich.
2. Im Rahmen der Prämedikation sollten Patient:innen hinsichtlich des Awareness-Risikos gescreent werden.
3. Anästhesist:innen sollten während der Narkose immer vigilant für das Risiko einer Awareness sein und auf klinische Zeichen einer zu flachen Narkose und Veränderungen des konventionellen Monitorings achten.
4. Eine Prämedikation mit Benzodiazepinen schützt nicht vor einer Awareness und sollte eine Einzelfallentscheidung bleiben.
5. Einsatz von Muskelrelaxantien kritisch überdenken. Nur relaxieren, wenn für die OP/ Beatmung notwendig, nicht einfach "aus Reflex".
6. Patient:innen mit erhöhtem Awareness-Risiko sollten über Awareness aufgeklärt werden. Dabei ist es unklar, ob eine grundsätzliche Aufklärung durch mehr Angst zu mehr Awareness führt.



7. Bei Gasnarkosen sollte am Narkosegerät immer ein MAC-Alarm eingestellt werden, da dieser das Awareness-Risiko ohne zusätzlichen Aufwand signifikant senken kann.
8. Bei Hochrisiko-Patient:innen und TIVA sollte, wenn verfügbar, ein Narkosetiefen-Monitoring verwendet werden.
9. Sollte der Verdacht bestehen, dass es zu einer Awareness gekommen sein könnte, ist eine strukturierte Befragung der Patient:innen, ein klärendes Gespräch, eine Entschuldigung und ggf. psychologische Nachbetreuung unerlässlich!

Quellen

- American Society of Anesthesiologists Task Force on Intraoperative Awareness. Practice advisory for intraoperative awareness and brain function monitoring: a report by the american society of anesthesiologists task force on intraoperative awareness. *Anesthesiology*. 2006;104(4):847-864. doi:10.1097/00000542-200604000-00031
- Samuelsson P, Brudin L, Sandin RH. Late psychological symptoms after awareness among consecutively included surgical patients. *Anesthesiology*. 2007;106(1):26-32. doi:10.1097/00000542-200701000-00009
- Avidan MS, Zhang L, Burnside BA, et al. Anesthesia awareness and the bispectral index. *N Engl J Med*. 2008;358(11):1097-1108. doi:10.1056/NEJMoa0707361
- Avidan MS, Jacobsohn E, Glick D, et al. Prevention of intraoperative awareness in a high-risk surgical population. *N Engl J Med*. 2011;365(7):591-600. doi:10.1056/NEJMoa1100403
- Avidan MS, Mashour GA. Prevention of intraoperative awareness with explicit recall: making sense of the evidence. *Anesthesiology*. 2013;118(2):449-456. doi:10.1097/ALN.0b013e31827ddd2c
- Sullivan C. Awareness With Recall: A Systematic Review. *AANA J*. 2016;84(4):283-288.
- Lewis SR, Pritchard MW, Fawcett LJ, Punjasawadwong Y. Bispectral index for improving intraoperative awareness and early postoperative recovery in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;9(9):CD003843. Published 2019 Sep 26. doi:10.1002/14651858.CD003843.pub4
- Mashour GA, Shanks A, Tremper KK, et al. Prevention of intraoperative awareness with explicit recall in an unselected surgical population: a randomized comparative effectiveness trial. *Anesthesiology*. 2012;117(4):717-725. doi:10.1097/ALN.0b013e31826904a6
- Zhang C, Xu L, Ma YQ, et al. Bispectral index monitoring prevent awareness during total intravenous anesthesia: a prospective, randomized, double-blinded, multi-center controlled trial. *Chin Med J (Engl)*. 2011;124(22):3664-3669.
- Kreuer S, Bruhn J, Stracke C, et al. Narcotrend or bispectral index monitoring during desflurane-remifentanyl anesthesia: a comparison with a standard practice protocol. *Anesth Analg*. 2005;101(2):427-434. doi:10.1213/01.ANE.0000157565.00359.E2
- 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(9423):1757-1763. doi:10.1016/S0140-6736(04)16300-9
- Schultz B, Kreuer S, Wilhelm W, Grouven U, Schultz A. Der Narcotrend((R))-MonitorEntwicklung und Interpretationsalgorithmus [The Narcotrend monitor. Development and interpretation algorithms]. *Anaesthesist*. 2003;52(12):1143-1148. doi:10.1007/s00101-003-0603-y
<https://depthofanesthesia.com/does-bis-monitoring-reduce-accidental-awareness-during-general-anesthesia/>



<https://www.nice.org.uk/Guidance/DG6>

<https://www.medtronic.com/covidien/de-de/products/brain-monitoring/bis-tiva.html#>

<https://narcotrend.de/>

<https://clinicalview.gehealthcare.com/quick-guide/entropy-monitoring-valuable-tool-guiding-delivery-anesthesia>