

# Monitorizarea starii de constienta intra-anestezica. Ghid practic

Calin Mitre\*

237

## Definitie

Starea de constienta este starea in care pacientul este capabil sa prelucreze informatii venite din interiorul sau exteriorul sau.

Monitorizarea starii de constienta din perioada intraanestezica a devenit o practica frecvent utilizata. De fapt, prin monitorizarea starii de constienta se monitorizeaza nivelul profunzimii anesteziei.

Importanta utilizarii monitorizarii profunzimii anesteziei are mai multe avantaje care in prezent sunt din ce in ce mai mult luate in considerare de catre anestezist.

Printre acestea sunt: reducerea timpului de anestezie, reducerea dozelor de anestezic, prevenirea trezirii intraanestezice (awarenessului), pretul mai scazut al anesteziei etc.

Un mare avantaj il constituie prevenirea awarenessului. Prin awareness se intelege momentul in care pacientul devine treaz intra-anestezic in timpul unei proceduri chirurgicale. Desi in general foarte rar (0.1-0.2%), daca este insotit de recall (abilitatea de a-si aminti evenimente memorate) si mai ales memorare explicita a evenimentelor petrecute intraanestezic (explicit memory), este foarte grava pentru pacient (1,2,3,4).

Exista situatii anestezico -chirurgicale recunoscute pentru incidenta crescuta a awarenessului insotit de recall (2%) care poate ajunge la o incidenta de 11-43% cum este cazul traumatologiei (5). Din acest motiv la acesti pacienti se recomanda administrarea de benzodiazepine in incercarea de a scadea aparitia recallului. Din pacate midazolamul are efect anamnestic retrograd redus. Pentru a avea efect, el sau un alt agent cu proprietati anamnesticice trebuie administrat inainte de inceperea anesteziei, in inductie.

\* Cluj-Napoca

Pentru a se evita awarenessul, masurile care trebuie luate sunt compexe si reprezinta un adevarat ghid orientativ din care monitorizarea reprezinta doar o veriga.

Planul initial presupune cateva recomandari:

1. Identificarea pacientilor cu risc crescut pentru awareness;
2. Existenta mijloacelor practice de a reduce awarenessul;
3. Producerea si evaluarea de strategii care sa reduca frecventa aparitiei awarenessului;
4. Realizarea de ghiduri pentru utilizarea monitorizarii functiei cerebrale.

### Monitorizarea functiei cerebrale

Monitoarele functiei cerebrale sunt dispozitive care inregistreaza sau proceseaza activitatea electrica cerebrala si convertesc aceste semnale matematic intr-o scala continua cu cifre de la 0-100. Pentru analiza activitatii cerebrale se foloseste electroencefalograma (EEG). Toate monitoarele realizeaza o analiza sofisticata a modificarilor de pe EEG la pacientul constient si la cel aflat in diferite grade de anestezie, pe care apoi le compara cu diferitele situatii clinice.

Monitoarele utilizate pentru monitorizarea starii de constienta se pot imparti in doua mari grupe:

1. Monitoare care analizeaza modificarile spontane ale traseului EEG:
  - a. indicele bispectral
  - b. entropia
  - c. narcotrendul
2. Monitoare care analizeaza modificarile subcorticale si corticale (EEG) produse prin stimuli externi pe calea nervilor cranieni (potentiale evocate):
  - a. auditive
  - b. optice
  - c. somatice

Evaluarea activitatii de prevenire a awerenssului intraoperator si de monitorizare a starii de constienta a constituit recent subiectul unui amplu studiu organizat de Societatea Americana de Anestezie (ASA) care a publicat o analiza exhaustiva a literaturii de specialitate, a tuturor masurilor necesare pentru a preveni awerenssul cu recall explicit. Pozitia Comisiei de evaluare a fost exprimata in 5 puncte (6):

1. Strongly agree (cel putin 50% din evaluatori au acordat 5 p.)
2. Agree (cel putin 50% din evaluatori au acordat 4 p.)
3. Equivocal (cel putin 50% din evaluatori au acordat 3 p.)
4. Disagree (cel putin 50% din evaluatori au acordat 2 p.)
5. Strongly disagree (cel putin 50% din evaluatori au acordat 1.)

## Conduita clinica necesara pentru reducerea awarenessului intraanestezic

A. Evaluarea preanestezica are ca principal scop identificarea pacientilor cu risc crescut pentru awarenes.

1. Anamneza completa din care se poate releva:

- daca are sau nu antecedente anestezice
  - daca a avut vreodata o intubatie dificila
  - daca a avut vreodata un episod de trezire intraanestezica soldata sau nu cu amintirea explicita a momentului
  - daca prezinta dureri cronice care necesita cantitati crescute de analgetic admiistrate cronic
  - toxicomaniile
  - acces la fisa de anestezie a pacientului
2. Examen fizic minutios care sa contina:

- caracteristicile pacientului (varsta, sexul, starea de sanatate, rezistenta la medicamente, starea fizica)
- pacientii ASA IV-V
- starea hemodinamica instabila
- starea psiho-emotionala a pacientului (anxios, agitat, nelinistit etc.)

Stabilirea metodei chirurgicale si a tehnicii anestezice recomandate, stiut fiind ca anumite tipuri de chirurgie (interventia chirurgicala din obstetrica, chirurgia de urgenta, interventiile pe cord deschis cu circulatie extracorporala, interventiile din traumatologie) si anestezie (inductia rapida, anestezie intravenoasa totala, tehnicile de anestezie combinata generala/locala, sau cele care presupun o cantitate redusa de hipnotic) sunt insotite de o incidenta crescuta a awarenessului (7-13).

Se considera ca nu toti pacientii trebuie informati asupra riscului de trezire intraanestezica. Desi nu exista studii care sa releve avantajele sau dezavantajele informarii preanestezice a pacientului asupra riscurilor care pot apare referitor la starea de trezire intraanestezica, se considera ca informarea trebuie facuta numai la pacientii care in urma examenului preanestezic au fost inclusi in grupa de risc crescut pentru un eventual episod de trezire intraanestezic (6).

### Inductia

Este bine ca la inceputul anesteziei sa urmam un anumit plan cu ceea ce avem de facut:

1. La inceputul anesteziei primul lucru este verificarea aparatului de anestezie pentru a ne asigura ca acesta va livra pacientului cantitatea necesara de anestezic. Trebuie de asemena verificata intreaga aparatura utilizata la administrarea anesteziei.

2. Administrarea profilactica in inductie a unei benzodiazepine nu trebuie efectuata de rutina, ci numai acolo unde exista risc de aparitie a trezirii intraanestezice cu amintirea ulterioara a evenimentului. (Strongly agree). Administrarea trebuie efectuata inainte de anestezie si este utila in tipurile de anestezie care folosesc o cantitate redusa de anestezic (anestezia ambulatorie, intravenoasa, urgenta). In aceste cazuri fiind raportata o scadere a incidentei de recall (14-16). In ceea ce priveste pacientii supusi chirurgiei obstetricale (op. cezariana), cei supusi interventiilor de urgenta sau cei la care se aplica o tehnica anestezica intravenoasa totala, parerile cu privire la administrarea profilactica de benzodiazepine sunt impartite (equivocal). Deoarece benzodiazepinele realizeaza o amnezie anterograda si nu retrograda, administrarea terapeutica a benzodiazepinei dupa incidentul intraanestezic nu este pe deplin eficace.

### **B. Monitorizarea intraanestezica**

Prin monitorizare putem masura si preveni numai awarenessul intraanestezic, dar amintirea postanestezica nu poate fi determinata si apreciata decat numai postoperator prin informatii directe de la pacient.

De la inceput trebuie subliniat faptul ca monitorizarea starii de constienta nu este eficienta daca este utilizata ca tip unic de monitorizare. Trebuie completata cu celelalte tipuri de monitorizare (hemodinamica, respiratorie etc.) iar gandirea anestezistului si observatia clinica raman hotaratoare.

#### **1. Monitorizarea clinica a pacientului**

Monitorizarea clinica a starii de constienta din timpul anesteziei generale se utilizeaza frecvent in practica si consta in semne clinice care apar la pacient si care sunt atribuite in mare parte superficializarii anesteziei sau/si lipsei de analgezie. Unele din aceste semne sunt chiar utilizate la sfarsitul operatiei ca un indicator al trezirii pacientului. Astfel, se observa prezenta miscarilor sau deschiderea ochilor la comanda, prezenta reflexului ciliar sau pupilar, aparitia transpiratiei sau a lacrimilor.

In plus, variatiile hemodinamice (puls, tensiune) pot constitui semne indirecte de superficializare a anesteziei. Trebuie avut in vedere insa ca aceste semne pot aparea si atunci cand exista un deficit de analgezie, fara sa fie vorba de o superficializare a starii de constienta. La fel awarenessul poate apare in prezenta unei tensiuni si puls normale (17-19).

Desi nu exista studii suficiente care sa faca o corelatie intre aparitia acestor semne si trezirea intraanestezica, ASA considera ca acestea pot reprezenta o forma de monitorizare a starii de constienta intraanestezica si sunt utile anestezistului, dar trebuie avut in vedere si medicatia administrata, tipul anesteziei etc. (20).

## 2. Monitorizarea aparativa a starii de constienta

Monitoarele se pot imparti din punct de vedere al principiului de functionare in doua categorii:

### A. Monitoare care analizeaza modificarile activitatii spontane EEG

#### 1. Indexul Bispectral

Aceasta metoda isi propune sa interpreteze traseul EEG si sa exprime modificarile acesteia printr-un simplu numar de la 0 la 100 care se poate echivala apoi cu nivelul de sedare sau hipnoza al pacientului. Astfel se poate masura in mod direct efectul hipnotic al diferitilor agenti anestezici asupra starii de constienta si nivelul de constienta intraanestezic.

Indexul Bispectral este un mijloc de monitorizare a starii de constienta omologat in SUA de catre Food and Drug Administration (FDA) si recunoscut ca avind o reala eficienta in practica anestezica. (21)

241

### Principii generale de functionare ale sistemului BIS (22)

#### 1. Caracteristici tehnice

La baza sistemului de monitorizare BIS sta analiza activitatii cortexului cerebral exprimata prin traseul EEG inregistrat prin patru electrozi asezati pe fruntea pacientului. Traseul EEG este format din patru unde electrice (beta, alpha, theta, delta) care se modifica in functie de profunzimea anesteziei si agentul hipnotic utilizat. Aceste unde au doua caracteristici importante prin care se face si analiza lor:

- amplitudine mica (20-200 microvolti)
- frecventa redusa si variabila (0-50Hz).

In timpul aprofundarii anesteziei generale, undele EEG se modifica in sensul cresterii in amplitudine si scadere a frecventei. Sistemul BIS fragmenteaza traseul EEG in componente individuale si il analizeaza prin analiza spectrala in timp real la un interval de aproximativ 15-30 sec.

Indexul Bispectral este un numar intre **0-100** corelat cu nivelul starii de constienta exprimata prin EEG. Astfel, numarului 100 ii corespunde un traseu EEG normal la pacient vigi. O valoare sub 70 reprezinta de obicei o buna sedare, dar nu exclude complet posibilitatea prezentei constientei si aparitia amintirilor postanestezice. La o valoare sub 60 pacientul este foarte putin probabil sa fie constient, iar la o valoare sub 40 apare supresia traseului EEG, urmand ca la o valoare de 0 sa nu mai existe activitate EEG, traseul devenind plat. Se considera ca o valoare a indexului intre 40- 60 este ideala pentru un efect hipnotic adecvat anesteziei (23).

Indexul BIS reda activitatea cerebrala si nu concentratia cerebrala de anestezic. Numarul scade atat in timpul somnului cat si in timpul anesteziei

sau sedarii. Astfel, indexul bispectral monitorizeaza efectul substantei la nivel cerebral aceasta valoare fiind aceeași indiferent de variabilele de farmacocinetica sau farmacodinamica. Majoritatea anestezicelor utilizate sunt compatibile cu monitorizarea BIS deoarece nu influenteaza valoarea acestuia. S-a constatat ca pentru propofol, midazolam, metohexital, izofluran, sau combinatii cu analgetice (midazolam-alfentanil, propofol-alfentanil, propofol-remifentanil, propofol-protoxid de azot) indicele BIS are o actiune stabila in masurarea efectului hipnotic care nu variaza in timp, cu o buna relevanta practica. Pentru alte substante cum este ketamina , protoxidul de azot administrate izolat, sau etomidatul, monitorizarea BIS nu este eficienta.

Opioizii pot fi utilizati deoarece indicele bispectral nu masoara in mod direct nivelul de analgezie al pacientului. In legatura cu opioizii inasa, trebuie sa fim atenti deoarece, daca prin ei insisi nu influenteaza valoarea BIS, in schimb aparitia durerii poate indirect (prin modificarea starii de hipnoza) sa modifice valoarea BIS. Exista dovezi ca administrarea de opioid poate preveni cresterea BIS dupa intubatie (24-25).

Xenonul poateza hipnoza si limiteaza raspunsul BIS la stimularea chirurgicala.(26)

Ketamina este un anesteziec utilizat intr-un mic numar de cazuri. Unul dintre efectele utilizarii ketaminei este stimularea EEG (creste activitatea de inalta frecventa). Dupa administrarea de ketamina, desi se instaleaza sedarea, totusi valoarea BIS ramane crescuta (27-28). Daca se administreaza simultan cu propofolul, intr-o doza sub 1mg/kg, ketamina se pare ca nu influenteaza valoarea BIS ului (29). De asemenea administrata in doze reduse, de sedare, ketamina nu schimba valoarea BIS-ului (30).

Etomidatul produce frecvent o excitare a musculaturii scheletice (mioclonii, tremor, fasciculatii). Aceasta va duce la cresterea activitatii EMG si astfel la o crestere a BISului. BIS ul se poate folosi in anestezia cu etomidat, dar daca exista dubii despre claritatea semnalului, anesteziatul trebuie sa evalueze cateva elemente care sunt afisate pe ecran: indexul de calitate al semnalului EEG (SQI ), masurarea activitatii EMG, evaluarea timpului real de EEG.

## 2. Particularitatile clinice ale Indexul Bispectral

Utilizarea monitorizarii Bis in clinica nu este obligatorie in toate cazurile. Indicatiile de electie se refera la trei categorii:

### 1. Profilul pacientilor

Pacientii varstnici, pacientii cu multiple afectiuni asociate, pacientii instabili hemodinamici pacientii cu risc anesteziec mare (ASA IV-V), copiii, pacientii politraumatizati, pacientii obezi, pacientii cu disfunctii de organ.

### *2. Tipul procedurii chirurgicale*

Pacientii din ambulatoriu, procedurile chirurgicale de lunga durata, chirurgia cardiaca, neurochirurgia, procedurile recunoscute cu un risc inalt de awareness (chirurgia cardiaca, chirurgia obstetricala, chirurgia traumatica, chirurgia de urgenta), proceduri din afara salii de operatie.

### *3. Tipul anesteziei*

Managementul sedarii, anestezia totala intravenoasa, anestezia combinata (generală-regionala), neurolept-anestezia, anestezia cu hipotensiune controlata, "closed-loop" anestezia.

#### **BIS-ul si inductia anestezica**

Intubatia creste valoarea indexului bis. Aceasta reactie nu este corelata cu raspunsul hemodinamic la intubatie (hipertensiune si tahicardie) (31).

Raspunsul BIS la intubatie poate fi redus considerabil prin administrarea de opioid(fentanyl, remifentanil).

Valoarea BIS de 50 reprezinta valoarea cea mai stabila pentru intubatie, cu raspuns hemodinamic minim.

Utilizarea mastii laringiene Brain implica uneori o perioada de apnee. Efectul Bis consta tocmai in reducerea perioadei de apnee printr-o mai buna titrare a hipnoticului utilizat.

#### **BIS si mentinerea anesteziei**

In timpul anesteziei avem nevoie de cateva conditii obligatorii:

1. Mentinerea unei stari anestezice adecvate
2. Mentinerea homeostaziei pacientului in timpul evenimentelor chirurgicale
3. Evitarea efectelor secundare produse fie de actul chirurgical fie de administrarea de medicamente.

Pentru a obtine conditii bune de anestezie, trebuie sa mentinem in general valoarea indexului BIS intre 45-60 . Astfel vom avea o buna calitate anestezica, cu incidenta foarte redusa a trezirii intraanestezice, iar la final o trezire mai buna a pacientului (32). Dar, aceasta valoare nu se mentine permanent aceeasi in tot timpul anesteziei. Exista numerosi factori care pot influenta valoarea BIS. Acestia sunt: medicatia utilizata, factorii chirurgicali sau alte dispozitive caracteristice blocului chirurgical si care pot interfera cu valoarea BIS.

Indexul BIS nu se modifica daca administram un analgetic major singur. Deci indexul BIS nu reflecta nivelul de analgezie si nu da relatii despre reflexele spinale la stimulii durerosi (33).

Dar, daca la un anesteziic inhalator asociem un opioid, acesta va reduce stimulul dureros care stimuleaza activitatea corticala si astfel indirect modifica si valoarea indexului BIS. Astfel, daca avem o anestezie in care folosim suficient analgezic, atunci valoarea BIS ideala va fi **45-60**. Daca insa folosim mai putin analgezic sau deloc, atunci vom folosi mai mult anesteziic inhalator ceea ce va duce la o valoare ideala a BIS ului de **25-35** pentru aceeasi profunzime a anesteziei. Practic, diferentele pe care monitorizarea BIS le arata, nu sunt efectul direct al opioidului asupra activitatii corticale, ci reflecta raspunsul cortical al stimulului dureros si efectul acestuia asupra profunzimii starii de constienta (34).

### **BIS si trezirea din anestezie**

In aceasta perioada a anestezie indexul bispectral nu prezice aparitia miscarilor pacientului si a raspunsului hemodinamic la stimulare si nici momentul exact al revenirii constientei pacientului, dar reduce timpul de extubare cu 35%. si reduce incidenta rememorarii evenimentelor intraanestezice (recall) cu 82% (35).

### **Rolul BIS in situatiile de urgenta din anestezie**

Cea mai mare calitate a BIS in asemenea situatii o reprezinta faptul ca, asemenea pulsoximetrului, da rezultatele in **timp real**, ceea ce permite ajustarea imediata a dozelor de anesteziic pentru a gestiona situatia de urgenta fara a trezi pacientul.

In practica, putem avea doua situatii diferite: una este cresterea brusca si aparent nejustificata a BISului iar cealalta scaderea acestuia. Ce trebuie sa facem in aceste situatii?

In cazul unei **cresteri** brusce a valorii BIS:

1. Examinam prezenta artefactelor (EMG, electrocauter, etc.);
2. Verificam daca vaporizorul este plin, deschis si daca functioneaza bine;
3. Verificam daca doza de anesteziic este suficienta;
4. Evaluam nivelul stimularii chirurgicale.

**Scaderea** brusca a BIS-ului.

1. Verificam daca administrarea unor medicamente cu efect hemodinamic (beta blocanti, alfa 2 agonisti) nu a influentat hemodinamic pacientul sau daca nu s-a administrat un bolus de anesteziic recent;
2. Evaluarea nivelului de stimulare chirurgicale;
3. Uneori administrarea de relaxante musculare poate reduce BIS;
4. Evaluarea altor potentiale modificari fiziologice (hipotermia, hipoglicemia, hipotensiunea, anoxia).



Pentru a gestiona asemenea situatii de urgenta neprevazute, a fost elaborat un ghid practic care insumeaza majoritatea posibilitatilor clinice si ajuta anestezistul sa ia cea mai buna atitudine terapeutica. Aceasa conduita se bazeaza pe rezultatul a peste 550 de articole si studii clinice aparute in ultimii 9 ani care au apreciat evolutia indexului BIS in numeroase situatii clinice.

Tab. 1. Strategia utilizarii BIS-ului (modificat dupa Johansen JW. *Best practice & Reserch Clinical Anaesthesiology* vol. 20 no;1 2005: 81-99)

BIS	Raspunsul intraoperator	Tratamentul recomandat
> 65	TA, FC, raspuns somatic sau autonom crescute	Crestem hipnoticul, marim analgezia? identificam sursa de stimuli puternici
	Stabil	Scoatem artefactele, crestem hipnoticul
	Hipotensiune / instabil	Suport vasoactiv, scadem analgeticul, consideram amnezie
50-60	TA, FC, Raspuns somatic sau autonom crescute	Crestem analgezia/mentinem hipnoticul, antihipertensiv, NMB
	Stabil	Mentinem vigilenta si acelasi ritm
	Hipotensiune / instabil	Suport vasoactiv, scadem analgeticul
< 50	TA, FC, Raspuns somatic sau autonom crescute	scadem hipnoticul, crestem analgezia, +/- antihipertensiv
	Stabil	Scadem hipnoticul, scadem analgezia
	Hipotensiune / instabil	Suport vasoactiv, Scadem hipnoticul, scadem analgezia

TA= tensiune arteriala, FC = frecventa cardiaca, NMB = agent neuromuscular

Caracteristicile BIS indexului au fost evaluate clinic in functie de mai multi parametri printre care agentul anestezic utilizat, caracteristicile pacientului, tipul de anestezie si situatiile in care indexul BIS poate sa dea rezultate eronate ce pot deruta conduita anestezistului. In continuare vom vedea pentru fiecare din acestea cateva aspecte mai frecvent intalnite.

### Indexul BIS limite si erori

Exista situatii in care indexul BIS nu reflecta corect starea de hipnoza. In continuare vom prezenta cateva din situatiile in care monitorizarea bispectrala poate sa dea rezultate false.

### *Poluarea traseului EEG (artefactele)*

Aceste modificari ale traseului EEG pot sa fie date fie de miscari involuntare ale pacientului care pot aparea la un moment dat sau de dispozitivele din sala de operatie.

### *Electromiograma (activitate musculara)*

Reprezinta cea mai frecventa sursa de poluare si uneori este dificil de a discerne intre traseul BIS si cel EMG. Acestea rezulta din activitatea musculara crescuta a muschilor frontali ai pacientului.

### *Unda delta EEG*

Este o scadere brusca a frecventei undelor cerebrale pe EEG cu scaderea brusca a valorii BIS ce apare paradoxal in anesteziei superficiale sau in perioada de superficializare a anesteziei generale inhalatorii. Acest fenomen apare mai frecvent in anestezie fara o cauza cunoscuta.

### *Activitatea epileptiforma*

A fost observata in cazul administrarii de doze mari de sevofluran. Rezultatul a fost o crestere temporara a valorii indexul BIS in timpul activitatii epileptiforme corespunzator cresterii fluxului sanguin cerebral. Activitatea epileptiforma dispare la oprirea administrarii de sevofluran.

### *Dispozitive electrice externe*

Cele mai importante surse externe de artefacte sunt pacemakererele.

Pacemakererele (cardiostimolatoarele cardiace). Produc un semnal de amplitudine mare si regulat. Sunt detectate in general de BIS si nu influenteaza valoarea acestora.

### *Alte dispozitive electrice*

Dispozitivele care incalzesc pacientii, seringile automate, instrumentele chirurgicale mecanice, pompa de by-pass cardiopulmonar sunt frecvent surse de poluare. Printre ele trebuie amintit in mod special electrocauterul frecvent utilizat in chirurgie.

Noul tip de BIS, BIS-XP include filtre semnificativ mai eficiente impotriva acestor artefacte.

**Entropia** a fost aplicata pentru prima data in mediul spectral de Johnson si Shroe in 1984 ca fiind o tehnologie care evalueaza "dezordinea" unui sistem (36). In cazul nostru aceasta dezordine se refera la neregularitatile, complexitatea sau modificarile neasteptate ale traseului EEG aparute in anumite circumstante. Daca valorile secventiale ale semnalului emis au o

marime fixa, entropia este 0 . Daca valorile secventiale ale semnalului sunt neregulate, dezordonate, atunci avem o complexitate si o valoare a entropiei mai mare. Entropia este deci independenta de marimea sau frecventa undelor EEG. Pentru a optimiza viteza prelucrării informatiei algoritmul de analiza a entropiei a fost implementat pe un monitor Datex –Ohmeda Entropy TM Module.

Sistemul de analiza al acestor monitoare se refera la calcularea entropiei prin ferestre de timp diferite care analizeaza un numar mai mare sau mai mic de unde EEG si prin compararea a doua valori separate de entropie: *Entropia statica* (SE) care este un index intre 0-91 (treaz) si o frecventa de 0.8- 32 Hz ceea ce corespunde activitatii EEG si *Entropia de raspuns* (RE) care are un index de 0-100 (treaz ) crespunzator unei frecvente de 47Hz ceea ce corespunde frecventei electromiografiei (EMG). Astfel se pot obtine date si despre nivelul de analgezii al pacientului.

Experienta clinica cu aceasta metoda este limitata si arata ca timpul pana la deschiderea ochilor, raspunsul la comenzi si consumul de anesteziice este mai mic (37). Nu exista trialuri clinice care sa arate efectul monitorizării entropiei asupra trezirii intraanesteziice.

**Narcotrendul** (Monitor Technik Bad Branstedt Germany) s-a dezvoltat pe baza unei clasificari vizuale a unei scale intre A-F care a fost asociata cu modificarile EEG produse de diferite stari din timpul somnului. Stimulii sunt obtinuti prin electrozi aplicati pe fruntea pacientului iar algoritmul original se putea clasifica in: A (pacient treaz), B (pacient sedat), C (anestezie superficiala), D (anestezie generala), E (anestezie generala cu hipnoza profunda), F (anestezie generala cu inhibarea activitatii). La ultimele modele aceasta scala formata din litere a imprumutat o scala numerica asemanatoare indexului bispectral de la 0-100. Se pare ca in clinica ajuta la o trezire mai rapida (deschiderea ochilor mai rapida decat in cazurile nemonitorizate (38). Nu exista studii referitoare la reducerea incidentei awarenessului de catre Narcotrend.

In ceea ce priveste alte tehnici de monitorizare cum sunt Patient State Analyzer, SNAP index si Cerebral State Monitor, nu sunt utilizate frecvent in practica curenta si nu exista studii asupra impactului pe care il au asupra incidentei aparitiei awarenessului.

### **B. Monitoare care analizeaza modificarile EEG sau EMG realizate consecutiv aplicării unui stimul (potential evocat acustic, vizual sau somatosenzorial)**

Exista numeroase metode de evaluare neurologica care utilizeaza potentialele evocate. In acest mod se poate evalua atat calitatea raspunsului central cat si integritatea caii de transmisie. Principal, se stimuleaza un nerv

periferic sau cranian, apoi evaluandu-se raspunsul central pe care acesta il produce. Asa este cazul:

- **Potentialelor evocate auditive (AEP),**
- **Potentialelor evocate vizuale,**
- **Potentialelor evocate somatosenzoriale,**
- **Monitorizarea Sistemului Nervos Periferic**

Aceste modalitati neuroelectrice sunt mai ales utilizate in neurologie, dar si in anestezie.

Pentru monitorizarea starii de constienta in anestezie se folosesc mai ales potentialele evocate auditive, care au aprobarea FDA pentru a fi utilizate in practica.

**Potentiale evocate auditive (AEP)** reprezinta raspunsul electric al trunchiului cerebral, al cortexului si a caii auditive la un stimul acustic aplicat la nivelul urechii pacientului. Stimulul este transmis prin cohlee si urmeaza calea urechii medii si interne.

Raspunsul trunchiului cerebral la stimulii acustici este aproape complet absent, dar reactia corticala pare corelata cu profunzimea anesteziei. Aceasta se modifica previzibil si reversibil in functie de cresterea concentratiei atat pentru anestezicele volatile cat si pentru cele intravenoase. Activitatea corticala stimulata prin aceasta metoda produce middle-latency auditory evoked potentials (MLAEP). Administrarea de opioizi in cantitati clinice nu afecteaza semnificativ rezultatele (39). Raspunsul tipic cortical este o crestere a latentei si scaderea amplitudinii undelor. Acest semnal este extrem de mic ( $< 1\mu\text{V}$ ) necesitand tehnici speciale de extractie din traseul EEG. In prezent exista un dispozitiv de monitorizare a potentialelor evocate auditive (A-Line Danmeter) care primeste stimulii prin electrozi plasati pe fruntea pacientului, ii prelucreaza rapid si-i transforma pe o scala de valori de la 0 la 100(AEP index). Pe aceasta scala o valoare mai mica de 25 este asociata cu pierderea constientei. Si mai recent s-a imaginat o alta metoda care implica o metoda autoregresiva, si care permite obtinerea rezultatului in 6 sec. (40)

Un studiu care compara metoda potentialelor evocate auditive cu indexul bispectral a aratat ca ambele metode arata semnificative modificari corelate cu profunzimea anesteziei. Se pare ca indexul Bis este mai bine corelat cu nivelul de hipnoza, iar MLAEP sunt mai bine corelate cu nivelul plasmatic al medicamentelor (41). Comparativ cu AEP index, desi rezultatele multor studii sunt asemanatoare in ceea ce priveste profunzimea sedarii, totusi Bis reflecta mai fidel starea de sedare. Dar ambele metode sunt superioare in monitorizarea stari de constienta comparativ cu monitorizarea hemodinamica sau EEG clasic (42).

Inconvenientul metodei este ca:

1. citirea raspunsului necesita timp prelungit pana la 5 min.
2. necesita o ureche si o cale auditiva sanatoase

Aceasta modalitate de monitorizare a starii de constienta este aprobata de FDA dar nu si-a gasit locul in activitatea clinica, nefiind utilizata de rutina in SUA.

### Concluzii

1. Dezvoltarea tehnicilor anestezeice presupune o atenta monitorizare a raspunsului clinic la diferiti stimuli si apoi ajustarea dozei de hipnotic sau analgezic pentru a ajunge la control hemodinamic, lipsa trezirii intraanestezeice si o rapida si sigura inductie si trezire.
2. Dintre numeroasele modalitati de monitorizare aparative, pentru activitatea clinica sunt aprobate de catre FDA numai doua (BIS si AEP), practic cea mai folosita de rutina fiind BISul .
3. Efectul hipnotic al anestezicelor intravenoase si inhalatorii poate fi masurat cu indexul bispectral sau alte tipuri de monitorizare.
4. Indexul Bispectral masoara efectul hipnotic al medicamentelor, amnezia, pierderea constientei, reducerea ratei metabolismului cerebral .
5. Monitorizarea activitatii electrice cerebrale pentru reducerea riscului trezirii intraanestezeice nu trebuie facuta de rutina la toti bolnavii, ci numai la cazurile cu risc.
6. Monitorizarea activitatii electrice cerebrale trebuie facuta la pacientii supusi chirurgiei cardiace, operatii cezariene, chirurgia de urgenta, traumatologia si anestezia totala i.v.
7. Monitorizarea intraanestezeica a starii de constienta trebuie facuta multifactorial: tehnici clinice, monitorizarea conventionala. Utilizarea blocului neuromusclar creste importanta monitorizarii cerebrale. Gandirea anestezistului trebuie sa fie prezenta intotdeauna si sa integreze diferitele rezultate obtinute prin monitorizare.
8. Datorita multiplilor factori care pot interfera cu activitatea monitoroarelor starii de constienta, eficienta acestora pentru prevenirea awarnessului nu este pe deplin stabilita. Un singur trial a pus in evidenta o scadere a incidentei awarnessului prin utilizarea monitorizarii, astfel ca nu se poate construi un ghid de standarde.
9. Pentru prevenirea awarnessului este indicata de asemenea administrarea de benzodiazepine (de preferat profilactic inainte de inceperea anesteziei) si numai la pacientii cu risc crescut. Daca incidentul a avut loc, atunci in perioada postanestezeica este obligatoriu interviul cu pacientul pentru a stabili daca exista amintirea momentului si gravitatea

sa. Postoperator se va da pacientilor care au prezentat un episod de awareness un chestionar, iar la cei cu afectare evidenta, consiliere sau suport psihologic.

#### BIBLIOGRAFIE

1. Myles PS, Williams D, Hendrata M, Anderson H, Weeks A. Patient satisfaction after anaesthesia and surgery: Results of a prospective survey of 10,811 patients. *Br J Anaesth* 2000; 84:6–10.
2. Nordstrom O, Engstrom AM, Persson S, Sandin R. Incidence of awareness in total i.v. anaesthesia based on propofol, alfentanil and neuromuscular blockade. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41:978–84.
3. Sandin RH, Enlund G, Samuelsson P, Lennmarken C. Awareness during anaesthesia: A prospective case study. *Lancet* 2000; 355:707–11.
4. Sebel PS, Bowdle TA, Ghoneim MM, Rampil IJ, Padilla RE, Gan TJ, Domino KB. The incidence of awareness during anesthesia: A multicenter United States study. *Anesth Analg* 2004; 99:833–9.
5. Ghoneim MM. Awareness during anesthesia. *Anesthesiology* 2000; 355:707.
6. Practice Advisory for Intraoperative Awareness and Brain Function Monitoring A Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Intraoperative Awareness: *Anesthesiology* 2006; 104:847–64.
7. Nordstrom O, Engstrom AM, Persson S, Sandin R. Incidence of awareness in total i.v. anaesthesia based on propofol, alfentanil and neuromuscular blockade. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41:978–84.
8. Sandin RH, Enlund G, Samuelsson P, Lennmarken C. Awareness during anaesthesia: A prospective case study. *Lancet* 2000; 355:707–11.
9. Gan TJ, Glass PS, Sigl J, Sebel P, Payne F, Rosow C, Embree P. Women emerge from general anesthesia with propofol/alfentanil/nitrous oxide faster than men. *Anesthesiology* 1999; 90:1283–7.
10. Dowd NP, Cheng DC, Karski JM, Wong DT, Munro JA, Sandler AN. Intraoperative awareness in fast-track cardiac anesthesia. *Anesthesiology* 1998; 89:1068–73.
11. Ranta SO, Laurila R, Saario J, Ali-Melkkila T, Hynynen M. Awareness with recall during general anesthesia: Incidence and risk factors. *Anesth Analg* 1998; 86:1084–9.
12. Rowan KJ. Awareness under TIVA: A doctor's personal experience. *Anesth Intensive Care* 2002; 30:505–6.
13. Sandin RH, Norstrom O. Awareness during total i.v. anaesthesia. *Br J Anaesth* 1993; 71:782–7.
14. Miller DR, Blew PG, Martineau RJ, Hull KA. Midazolam and awareness with recall during total intravenous anaesthesia. *Can J Anaesth* 1996; 43:946–53.
15. Bulach R, Myles PS, Russnak M. Double-blind randomized controlled trial to determine extent of amnesia with midazolam given immediately before general anesthesia. *Br J Anaesth* 2005; 94:300–5.
16. Twersky RS, Hartung J, Berger BJ, McClain J, Beaton C. Midazolam enhances anterograde but not retrograde amnesia in pediatric patients. *Anesthesiology* 1993; 78:51–5.
17. Domino KB, Posner KL, Caplan RA, Cheney FW. Awareness during anesthesia: A closed claims analysis. *Anesthesiology* 1999; 90:1053–61.
18. Moerman A, Herregods L, Foubert L, Poelaert J, Jordaens L, D'Hont L, Rolly G. Awareness during anaesthesia for implantable cardioverter defibrillator implantation: Recall of defibrillation shocks. *Anaesthesia* 1995; 50:733–5.
19. Moerman N, Bonke B, Oosting J. Awareness and recall during general anesthesia: Facts and feelings. *Anesthesiology* 1993; 79:454–64.
20. Leslie K, Sessler DI, Smith WD, Larson MD, Ozaki M, Blanchard D, Crankshaw DP. Prediction of movement during propofol/nitrous oxide anesthesia: Performance of concentration, electroencephalographic, pupillary, and hemodynamic indicators. *Anesthesiology* 1996; 84:52–63.
21. Johansen JW. Update on Bispectral Index monitoring, Best Practice & Research Clinical Anesthesiology 2006; 20: 81–99.
22. Mitre C. Indicele bispectral pentru monitorizarea starii de constienta din anestezie si terapie intensiva-avantaje si limite. *JRATI* 2008; 1(15):33–42.
23. Gan TJ, Glass PS, Windsor A, Payne F, Rosow C, Sebel P, Manberg P. Bispectral index monitoring allows faster emergence and improved recovery from propofol alfentanil and nitrous oxide anesthesia. BIS Utility Study Group. *Anesthesiology* 1997; 808–15.
24. Guignard B, Menigaux C, Dupont X, et al. The effect of remifentanyl on the bispectral index change and hemodynamic responses after orotracheal intubation. *Anesthesia Analgesia* 2000; 161–7.
25. Hans P, Brichant JF, Dewandre PY, et al. Effects of two calculated plasma sufentanil concentrations

- on the hemodynamic and bispectral index responses to Mayfield head holder application. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology* 1999; 81-5.
26. Goto T, Nakata Y, Saito H, et al. Bispectral analysis of the electroencephalogram does not predict responsiveness to verbal command in patients emerging from xenon anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia* 2000; 359-63.
  27. Morioka N, Ozaki M, Matsukawa T, Sessler DI, Atarashi K, Suzuki H. Ketamine causes a paradoxical increase in the bispectral index. *Anesthesiology* 1997; 97:A502.
  28. Suzuki M, Edmonds HL, Tsueda K, Malkani AL, Roberts CS. Effect of ketamine on bispectral index and levels of sedation. *J Clin Monit Comput* 1998; 14:373.
  29. Friedberg BL, Sigl JC. Clonidine premedication decreases propofol consumption during bispectral index (BIS) monitored propofol-ketamine technique for office-based surgery. *Dermatol Surg* 2000; 26:848-52.
  30. Sakai T, Singh H, Mi WD, et al. The effect of ketamine on clinical endpoints of hypnosis and EEG variables during propofol infusion. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 1999; 212-6.
  31. Nakayama M, Ichinose H, Yamamoto S, Kanaya N, Namiki A. The effect of fentanyl on hemodynamic and bispectral index changes during anesthesia induction with propofol. *J Clin Anesth* 2002; 14:146-9.
  32. Song D, Joshi GP, White PF. Titration of volatile anesthetics using bispectral index facilitates recovery after ambulatory anesthesia. *Anesthesiology* 1997; 87:842-8.
  33. Sebel PS. Development and clinical application of electroencephalographic bispectrum monitoring. *Anesthesiology* 2000; 1336-44.
  34. Schneider G, Wagner K, Reeker W, Hanel F, Werner C, Kochs E. Bispectral Index (BIS) may not predict awareness reaction to intubation in surgical patients. *J Neurosurg Anesthesiol* 2002; 14:7-11.
  35. Myles PS, Leslie K, McNeil, et al. Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia; the B-Aware randomised controlled trial. *Lancet* 2004; 1757-1763.
  36. Johnson RW, Shore JE. Which is the better entropy expression for speech processing:  $-S \log S$  or  $\log S^2$ ? *IEEE Trans Acoust* 1984; ASSP-32: 129-37.
  37. Viertio-Oja H, Maja V, Sarkela M, Talja P, Tenkanen N, Tolvanen-Laakko H, Paloheimo M, Vakkuri A, Yli-Hankala A, Merilainen P. Description of the entropy algorithm as applied in the Datex-Ohmeda S/5 Entropy Module. *Acta Anaesth Scand* 2004; 48:154-61.
  38. Kreuer S, Biedler A, Larsen R, Altmann S, Wilhelm W. Narcotrend monitoring allows faster emergence and a reduction of drug consumption in propofol-remifentanyl anesthesia. *Anesthesiology* 2003; 99:34-41.
  39. Schwender D, Rimkus T, Haessler R, et al. Effect of increasing doses of alfentanil, fentanyl and morphine on middle-latency auditory evoked potentials. *Br J Anaesth* 1993; 71:622.
  40. Jensen EW, Nygaard M, Hennenberg SW. On-line analysis of middle latency auditory evoked potentials for monitoring depth of anesthesia in laboratory rats. *Med Eng Phys* 1998; 20:722.
  41. Iselin-Chaves IA, Moalem HE, Gan TG, et al. Changes in the auditory evoked potentials and the bispectral index following propofol or propofol and alfentanil. *Anesthesiology* 2000; 92:1300.
  42. Schmidt GN, Bischoff P, Standl T, et al. ARX-derived auditory evoked potential index and bispectral index during the induction of anesthesia with propofol and remifentanyl. *Anesth Analg* 2003; 97:139.