

# Praćenje stanja svijesti kod bolesnika u kirurškoj jedinici intenzivnog liječenja pomoću bispektralnog indeksa

---

**Redžić, Maida**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:512033>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-30**



*Repository / Repozitorij:*

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET  
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ SESTRINSTVA**

**Maida Redžić**

**Praćenje stanja svijesti kod bolesnika u  
kirurškoj jedinici intenzivnog liječenja  
pomoću bispektralnog indeksa**

**Diplomski rad**



**Zagreb, 2015.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET  
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ SESTRINSTVA**

**Maida Redžić**

**Praćenje stanja svijesti kod bolesnika u  
kirurškoj jedinici intenzivnog liječenja  
pomoću bispektralnog indeksa**

**Diplomski rad**



**Zagreb, 2015.**

Ovaj diplomski rad izrađen je u Klinici za anesteziju, reanimatologiju i intenzivno liječenje KBC Zagreb pod vodstvom prof. dr. sc. Mladena Perića i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2014./2015.

*"Ne možeš otkriti nove oceane  
prije nego smogneš hrabrosti  
i otisneš se od obale."*

*Andre Gide*

**Popis kratica:**

**BIS** – bispektralni indeks

**JIL** - jedinica intenzivnog liječenja

**EEG** – elektroencefalograf

**MOP** -  $\mu$  opioid peptid

## SADRŽAJ

### SAŽETAK

### SUMMARY

1. UVOD .....	1
2. ANALGOSEDACIJA U JEDINICI INTENZIVNOG LIJEČENJA .....	3
2.1. Značaj boli u Jedinici intenzivnog liječenja .....	4
2.2. Liječenje boli .....	4
2.3. Sedacija bolesnika u Jedinici intenzivnog liječenja .....	6
2.4. Prekid ili smanjenje razine sedacije tijekom dana .....	10
3. BISPEKTRALNI INDEKS (BIS) .....	12
4. STANJE SVIJESTI I BISPEKTRALNI INDEKS .....	19
5. ZAKLJUČAK.....	24
6. ZAHVALA.....	25
7. LITERATURA.....	26
8. ŽIVOTOPIS .....	29

## **SAŽETAK**

Praćenje stanja svijesti kod bolesnika u kirurškoj jedinici intenzivnog liječenja pomoću bispektralnog indeksa

Maida Redžić

Bispektralni indeks (BIS) je mjera kojom se prate učinci anestezije i sedacije na mozak. Smatra se novim „vitalnim znakom“ koji omogućuje anesteziolozima uspostavljanje odgovarajuće anestezije a medicinskim sestrama omogućuje postoperativno praćenje stanja svijesti i učinke anestezije i analgezije čime se poboljšava skrb za bolesnika.

Tijekom evolucije moderne anestezije procjena stanja svijesti bolesnika i dubina anestezije prošle su postepenu promjenu i poboljšanje. Unatoč poboljšanjima u procjeni kardiovaskularnog sustava tijekom anestezije, izravno određivanje učinaka anestetika i sedativa na centralni živčani sustav ostao je izazov. Smatra se da hemodinamski odgovori ne moraju nužno pružati točne odgovore centralnog živčanog sustava na primjenu anestetika te su stoga nepouzdana indikator moždanog statusa (Flaishon et al., 1997).

U diplomskom radu prikazana je analgosedacija u jedinici intenzivnog liječenja, subjektivna metoda praćenja stanja svijesti i objektivna metoda bispektralni indeks.

**Ključne riječi:** stanje svijesti, analgosedacija, bispektralni indeks



## **Summary**

*Monitoring rate of consciousness in surgical intensive care unit patients using the bispectral indeks*

*Maida Redžić*

*Bispectral index (BIS) is a measure used to monitor the effects of anesthesia and sedation on the brain. It is considered the new "vital sign" that allows the establishment of adequate anesthesia to anesthesiologists and nurses and it allows postoperative monitoring of the rate of consciousness and the effects of anesthesia and analgesia, thus improving patient care.*

*During the evolution of modern anesthesia patient assessment of the rate of consciousness and the depth of anesthesia it underwent a gradual change and improvement. Despite improvements in the assessment of the cardiovascular system during anesthesia, direct determination of anesthetic and sedatives effects on the central nervous system remains a challenge. It is believed that hemodynamic responses do not necessarily provide the correct responses to the central nervous system on administration of anesthetic and are therefore unreliable indicator of brain status (Flaishon et al., 1997).*

*This final paper presents analgosedation in intensive care unit, subjective method of monitoring the state of consciousness and objective method, the bispectral index.*

**Key words:** *rate of consciousness, analgosedation, bispectral indeks*

## 1. UVOD

Medicinska tehnika i tehnologija neprestano napreduju na području postoperativnog liječenja. S obzirom na brzi napredak potrebno se neprestano obrazovati kako bi se održala stručnost i kvaliteta u radu. U Jedinici intenzivnog liječenja kirurških bolesnika na Klinici za anesteziju, reanimatologiju i intenzivno liječenje KBC - a Zagreb uporaba bispektralnog indeksa (BIS) je u začecima. Monitoring BIS – a potrebno je smisljeno uvesti u obrazovni, istraživački i zdravstveni prostor sve sa krajnjim ciljem poboljšanja kvalitete rada zdravstvenih djelatnika.

Primjenom bispektralnog indeksa mjeri se dubina svijesti u svrhu postizanja optimalne anestezije te prevencije komplikacija plitke ili duboke anestezije. Anestezija je definirana kao odsutnost odgovora na podražaje. Sastoji se od odsutnosti boli, nemogućnosti pomicanja, spavanja i amnezije (Guignard, 2006.). Dubinu anestezije je teško mjeriti jer ovisi o koncentraciji anestetika na mjestu djelovanja, od veze između doze anestetika i njegova klinička učinka te od njegova štetnog djelovanja (Agarwal i Griffiths, 2004.). Budnost tijekom izvođenja endotrahealne intubacije ali i tijekom operativnog zahvata je rijetka ali vrlo neugodna komplikacija opće anestezije. Zbog straha od nastanka navedene komplikacije se lako dogodi da se primjeni veća doza anestetika te naposljetku bolesnik iskusi njihove neželjene učinke kako po uvodu u anesteziju, tijekom operativnog zahvata i u postoperativnom periodu. Iz tog razloga se nametnula potreba za traženjem mogućnosti praćenja dubine anestezije. Razvoj je išao od praćenja reakcija autonomnog živčanog sustava pa do metoda koje se temelje na mjerenju elektroencefalograma (EEG).



*Slika 1. Uporaba bispektalnog indeksa u Jedinici intenzivnog liječenja Preuzeto:*

*KBC Zagreb*

## 2. ANALGOSEDACIJA U JEDINICI INTENZIVNOG LIJEČENJA

Kod svih kritično oboljelih bolesnika, prije svega onih na mehaničkoj ventilaciji, neophodno je liječiti bol. Tek nakon uspostavljanja odgovarajuće analgezije procjenjuje se potreba za sedativima. Razina analgosedacije procjenjuje se svakodnevno, više puta dnevno, na osnovi odabrane skale za procjene boli ali i upotrebom bispektralnog indeksa, poglavito u bolesnika u kojih se primjenjuju neuromišićni relaksansi. Preporuka je prekid sedacije tijekom dana, najbolje tijekom jutra, kako bi se moglo pratiti neurološko stanje bolesnika, spriječila pojava komplikacija, omogućilo postepeno smanjenje doze analgetika, sedativa i odvajanje bolesnika od respiratora. Osnovni cilj analgosedacije kod bolesnika u JIL – u, poglavito mehanički ventiliranih bolesnika, jest omogućavanje sinkronizacije bolesnika s ventilatorom. Sekundarni ciljevi su:

- Adekvatna razina amnezije
- Redukcija hormonskog i metaboličkog odgovora na stres
- Preveniranje „slučajne“ ekstubacije
- Preveniranje porasta intrakranijalnog tlaka
- Redukcija primjene neuromišićnih relaksansa

## **2.1. Značaj boli u Jedinici intenzivnog liječenja**

Bol, prema definicija predstavlja neugodno osjetno i emocionalno iskustvo povezano sa trenutnim ili potencijalnim oštećenjem tkiva (Chanques et al. 2007.). Svi kritično oboljeli bolesnici zahtijevaju adekvatnu analgeziju. Jaka bol izaziva promjene skoro svih sustava, pa tako i pormećaje stanja svijesti. Bol stimulira lučenje kateholamina, javlja se tahikardija, pojačana je kontraktilnost miokarda, veća je potrošnja kisika i uslijed periferne vazokonstrukcije smanjuje se tkivna perfuzija (Puntillo et al., 2003.).

## **2.2. Liječenje boli**

Preporuka je da se adekvatnost analgezije provjerava u točno određenim vremenskim intervalima. U JIL – u su najčešće lijekovi prvog izbora intravenski opioidi. Svi intravenski opioidi, u odgovarajućoj dozi, su podjednako učinkoviti u liječenju boli. Opioidi se mogu primjenjivati samostalno ili u kombinaciji sa neopioidnim analgeticima (paracetamol ili nesteroidni protuupalni lijekovi), čime se postiže redukcija doze a samim time i učestalost pojave neželjenih učinaka opioida, prvenstveno respiratorna depresija i poremećaji stanja svijesti. Najčešće upotrebljavani lijekovi su tramadol, morfin, fentanil i remifentanil.

Tramadol ostvaruje analgetski učinak na dva načina:

1. Inhibicijom nocicepcije preko MOP receptora

2. Stimulacijom antinocicepcije preko stimulacije antinocicepcije preko stimulacije inhibitornih puteva i putem blokade preuzimanja serotonina i noradrenalina.

Predost nad ostalim opioidima je što ne dovodi do respiratorne depresije, stvara minimalan sedativni učinak i ne izaziva hemodinamsku nestabilnost. Maksimalna dnevna doza je 400 mg a primjenjuje se u vidu kontinuirane intravenske infuzije ili frakcionirano 1 – 1,5 mg/kg kroz 6 sati. Njegov najveći nedostatak je relativno velika učestalost mučnine i povraćanja.

Morfin se i dalje vrlo često primjenjuje u sve populacije bolesnika. Primjenjuje se u bolusnom obliku ili kao kontinuirana venska infuzija. Počinje djelovati otprilike deset minuta nakon intravenske primjene. Doza opterećenja iznosi 5 – 15 mg a doza održavanja je 1 – 6 mg/h.

Fentanil je analgetik koji je 50 – 100 puta potentniji od morfina. Nakon njegove primjene promjene na EEG – u su vidljive 3 – 5 minuta od primjene (Mattia et al., 2006.). Doze koje se primjenjuju su 3 – 5 µg/kg te ne utječu na značajno povišenje intrakranijalnog pritiska.

Sufentanil je derivat fentanila koji je potentniji od morfina 2000 – 4000 puta i od fentanila 10 – 15 puta. Povećava intrakranijalni pritisak i smanjuje protok krvi kroz posebice kod bolesnika s tumorima mozga i povredama glave.

Remifentanil je opioid kratkog djelovanja. Može dovesti do hipotenzije i bradikardije s posljedičnim poremećajem svijesti. Početak njegova djelovanja je 1 – 1,5 minute.

### 2.3. Sedacija bolesnika u Jedinici intenzivnog liječenja

Sedacija se definira kao opuštajuće stanje uz odsutstvo anksioznosti (Barr et al., 2001.). Može biti površna i duboka. Površna sedacija omogućuje bolesniku da komunicira i izvršava naredbe. Duboka sedacija znači bolesnik ne odgovara na poziv ali postoji odgovor na bolni podražaj. Agitacija i anksioznost su često prisutne kod bolesnika u JIL – u. Sedativi su najčešće korišteni lijekovi u intenzivnom liječenju. Od velike je važnosti je brzo ustanoviti razlog agitacije. To može biti bol, delirij, hipoksija, hipoglikemija, hipotenzija, alkoholna apstinencija te terapiju usmjeriti prema osnovnom uzorku. Kao i kontrola boli, kontrola razine sedacije trebala bi biti dio integralne prakse monitoringa bolesnika u JIL, poglavito bolesnika na mehaničkoj ventilaciji. Ne postoji standardna razina sedacije koji se može primijeniti kod svakog bolesnika. Važno je analgosedaciju prilagoditi svakome bolesniku individualno. Praćenjem razine sedacije izbjegavaju se neželjeni učinci, kako u smislu nedovoljne sedacije tako i u smislu prekomjerne sedacije (tablica 1).

*Tablica 1. Neadekvatna sedacija*

<b>NEDOVOLJNA SEDACIJA</b>	<b>PRETJERANA SEDACIJA</b>
<b>Povećan stres</b>	Farmakološka koma
<b>Agitacija</b>	Produžena mehanička ventilacija
<b>Hipertenzija, tahikardija</b>	Imobilizacija (tromboza dubokih vena)
<b>Loša sinkronizacija s mehaničkim ventilatorom</b>	Neprepoznavanje moždanih oštećenja
<b>Slučajna ekstubacija</b>	Ovisnost na lijekove
<b>Veći troškovi liječenja</b>	

Procjena razine sedacije može se izvoditi subjektivnim i objektivnim metodama. Subjektivne metode podrazumijevaju primjenu različitih skala za procjenu razine sedacije. Najčešće se primjenjuju:

- Ramsayeva skala (tablica 2)
- Richmondova skala agitacije i sedacije
- Sedacijsko – agitacijska skala
- Skala procjene motorne aktivnosti
- Vancouverska skala kooperativnosti i sedacije
- Modificirana GCS

*Tablica 2. Ramsayeva skala sedacije*

<b>NIVO SEDACIJE</b>	<b>OPIS</b>
<b>1</b>	Anksiozan, agitiran ili uznemiren ili oboje
<b>2</b>	Kooperativan, orijentiran i miran
<b>3</b>	Miran, odgovara samo na naredbu
<b>4</b>	Brz odgovor na zvučni podražaj ili lagano kuckanje počelu
<b>5</b>	Spori odgovor na zvučni podražaj ili lagano kuckanje po čelu
<b>6</b>	Bez odgovora na podražaj



Vrlo je teško odrediti koja je optimalna razina sedacije, prije svega zato što u velikoj mjeri ovisi od kliničkog stanja svakog bolesnika.

Benzodiazepini su najčešće upotrebljavani sedativi za bolesnike u JIL – u, poglavito mehanički ventilirane bolesnike. Dije se na kratkodjelujuće i dugodjelujuće te djeluju anksiolitički i ne posjeduju analgetska svojstva. Izazivaju amneziju i u većim dozama imaju antikonvulzivna svojstva. Negativna osobina ove grupe lijekova moguća je pojava akutne i kronične tolerancije. Stariji bolesnici su posebno osjetljivi na sedativna svojstva benzodiazepina (Barr et al., 2001.). Mogu izazvati respiratornu depresiju i hipotenziju, pogotovo ako se istovremeno primjenjuju drugi kardiovaskularni depresori, poput opioida.

Propofol je intravenski sedativ koji se veže različite receptore centralnog živčanog sustava te ima različite sedativne, hipnotičko, amnestičko, anksiolitičko, antiemetičko i antikonvulzivno djelovanje te blago analgetsko djelovanje. U kratkom vremenskom izaiva sedaciju. Zbog svog kratkotrajnog sedativnog učinka pogodan je za sedaciju bolesnika kod kojih je neophodno često prekidanje sedacije zbog evaluacije neurološkog statusa, kao i kod bolesnika kod kojih se sedacija prekida tokom dana.

Bolesnici koji borave u JIL – u imaju potrebu za sedacijom iz više razloga a to su anksioznost, bol, tolerancija endotrahealnog tubusa i mehaničkog ventilatora. U svakom slučaju stupanj sedacije i stanje svijesti moraju se neprestano promatrati i održavati na onoj razini koja dodatno ne ugrožava bolesnika (Avramon i White, 1995.). Glavna svrha intervencija provedenih u Jedinici intenzivnog liječenja jest pronaći farmakološku ravnotežu u raznim

kliničkim situacijama i ravnotežu između određene razine stanja svijesti i odsutstva anksioznosti i boli. Korisno je napraviti razliku između populacije bolesnika koji zahtijevju duboku sedaciju (i eventualnu mišićnu paralizu) i između populacije u kojoj je potrebno postići određenu sedaciju. Ne postoji neko određeno pravilo o optimalnoj kognitivnoj razini u kritičkih bolesnika. Smatra se da je najbolje rješenje jest primjena farmakoloških intervencija na temelju objektivnog kliničkog pregleda (Laing, 1992.). Ramsey skala je najčešće upotrebljavana skala za procjenu razine sedacije u Jedinicama intenzivnog liječenja. Ova tehnika se sastoji od numeričke skale putem koje se dokumentira bolesnikov odgovor na podražaje, bilo da su oni vokalni, taktilno ili nociceptivni.

Praćenje fizioloških varijabli, kao što je reakcija zjenica, perspiracija, dubina i frekvencija disanja, koji su korisni indikatori adekvatne anestezije, nisu uvijek primjerni za bolesnike u JIL – u jer te varijable mogu nastati kao rezultat patoloških procesa ili terapijskog režima. Iz tog razloga posebna pažnja pridaje se objektivnim metodama praćenja stanja svijesti. Bispektralni indeks je metoda kojom se mjeri bolesnikov odgovor (stanje svijesti) na hipnotičke/sedativne učinke lijekova. Nastaje na temelju parametara koji su potekli od elektroencefalografske analize te se izražava numeričkom vrijednosti između 0 (duboko sediran bolesnik) i 100 (budno stanje). To je empirijsko mjerenje, statistički izvedeno, bazirano na velikoj bazi podataka EEG – a, koja uključuje i elektromiografičku aktivnost muskulature lica (Glass et al., 1997.). BIS vrijednost između 50 i 60 povezuje se sa vrlo niskom mogućnosti odgovora na verbalne podražaje (BIS Clinical Reference Manual, 1998.). Prag gubitka svijesti je veći i povezan s vrijednosti BIS – a od oko 70. Bolesnici koji održavaju

BIS vrijednost ispod 70 imaju male šanse za postizanje budnosti. Stoga je održavanjem BIS – a od 45 do 60, postignuto stanje nesvjestice u bolesnika. BIS vrijednost ispod 45 pokazuje neumjerno stanje hipnoze (Shah et al., 1996).

Važnost uporabe raznih metoda skala za sedaciju jest ekonomski učinkovita i točna. No ipak postoji potreba za razvojem sistema za procjenu sedacije koji je univerzalno prihvaćen. Skale za procjenu ponekad predstavljaju problem koji se odnosi na reproducidnost i validnost rezultata te poteškoća u interpretaciji. Uspostava objektivne metode koja izravno iskazuje razine sedacije je potrebna (Sigl i Chaumon, 1994.) Bispektralni indeks jednostavno pokazuje da njegova vrijednost 100 se odnosi na budnost, 80 manju sedaciju, 60 umjerena hipnoza i 40 duboka hipnoza.

#### **2.4. Prekid ili smanjenje razine sedacije tijekom dana**

Prekid sedacije tijekom dana predlaže se kod svih bolesnika ukoliko ne postoje kontraindikacije kao što su: povišen intrakranijalni pritisak, neuromišićna blokada, neophodno visoka razina respiratorne potpore kao što je visok PEEP i  $FiO_2$ . Cilj prekida sedacije tijekom dana jest identificiranje minimalne neophodne doze sedativa i opioida, da se procijeni moždana funkcija i eventualno nastalo moždano oštećenje, kao i da se omogući izvođenje testova spontanog disanja zbog što ranijeg odvajanja od respiratora. Preporuka je svakodnevno smanjenje doze sedativa ili prekid infuzije.

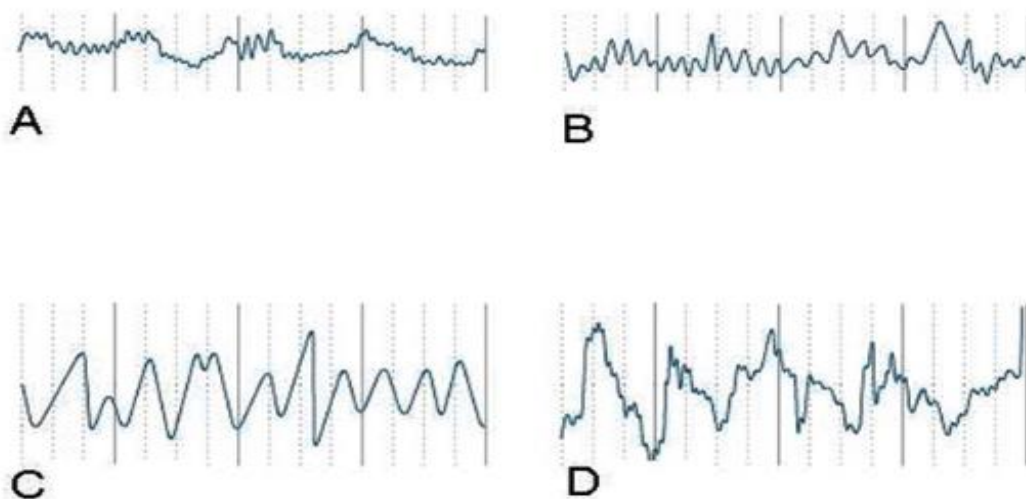
Monitoring dubine sedacije u kritičkih bolesnika je ponekad težak. Kliničke procjene raznim sistemima procjene (Ramsey ljestvica) ponekad ne

pružaju dovoljno informacija, pogotovo u onih bolesnika koji ne pružaju odgovore na bilo kakav vanjski podražaj (Avramov i White, 1995.). Postizanje duboke sedacije je ponekad potrebno, primjerice u liječenju intrakranijalne hipertenzije ili kako bi se omogućila kontrolirana mehanička ventilacija prilikom pojave respiratornog distres sindroma. No ipak, prekomjerna sedacija može imati značajan utjecaj na morbiditet i mortalitet, te povećava troškove liječenja.

Bispektralni indeks je dokazano koristan uređaj za mjerenje učinaka anestetika i može biti korisno mjerilo za dubinu sedacije (Struys et al., 1998.). Osmišljen je tako da stvara uzajamnu vezu između krajnjeg djelovanja hipnotika i obračunavanje većine EEG uzoraka koje stvaraju anestetici i sedativi (Sigl i Chamoun, 1994.).

### 3. BISPEKTRALNI INDEKS (BIS)

Za razumijevanje djelovanja BIS monitoringa potrebno je poznavati promjene EEG – a s obzirom na stanje budnosti (slika 1). U budnog čovjeka sa zatvorenim očima prevladavaju alfa valovi, u plitkoj anesteziji beta valovi, kojih je u dubokoj anesteziji sve manje. Tu prevladavaju valovi delta i theta. U odsutnosti moždanog djelovanja pojavljuje se električna izolinija. U četrdesetim godinama prošloga stoljeća ustanovljeno je da pri općoj anesteziji dolazi do promjena u EEG – u. Klasično snimanje EEG – a u operacijskim dvoranama je tehnički neizvedivo te su elektroencefalografi različiti prilikom uporabe različitih vrsta anestetika. S druge strane bilo bi potrebno uključiti i zdravstveno osoblje koje je specijalizirano za očitavanje EEG - a. Tako se nametnula potreba za razvojem algoritma za procesiranje EEG – a (Mashour, 2006).



Slika 2. EEG – A) beta valovi (14 – 30 Hz), B) alfa valovi (8 – 13,9 Hz), C) theta valovi (4 – 7,9 Hz), D) delta valovi (1 – 3,9 Hz) Preuzeto:

<http://meditacija.mzzhost.com/>

Bispektralni indeks je izravna i točna metoda kontinuiranog mjerenja moždanog statusa tijekom primjene anestetika i sedativa. Smatra se da je točan i pouzdan u gotovo svih bolesnika (Glass et al., 1997.). BIS monitoring sastoji se od tri ključna elementa u zbrinjavanju bolesnika:

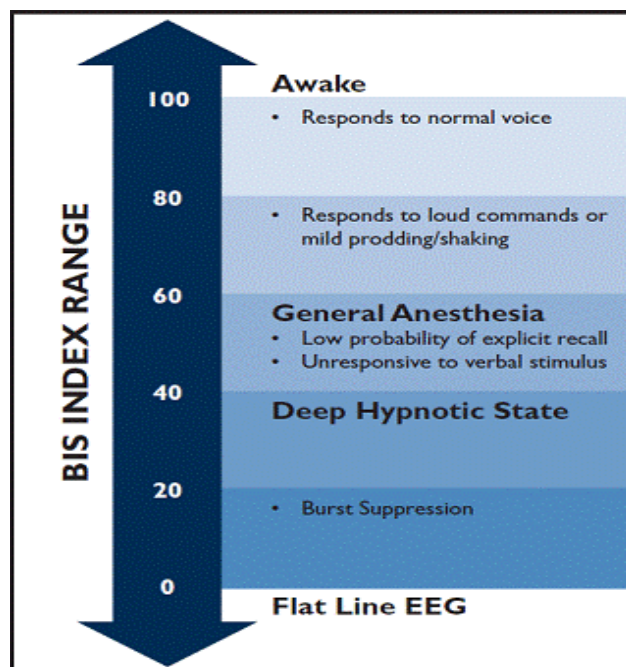
- Budnost
- Donošenje odluka na temelju dijagnoze
- Ciljano liječenje

Budnost je kamen temeljac u zbrinjavanju bolesnika tijekom i nakon operativnog zahvata. BIS tehnologija je prvi praktični neurofiziološki sistem nadzora koji pruža kontinuiranu dokumentaciju depresije centralnog živčanog sustava tijekom anestezije. Njegova je funkcija rani indikator promjena na mozgu uzrokovanih dozom anestetika i njegovom dostavom (Luginbuhl i Schnider, 2002.). BIS monitoring može pružiti odgovor na pitanje o odgovarajućoj anesteziji i sedaciji.

U Jedinicama intenzivnog liječenja dramatične promjene krvnoga tlaka i srčane frekvencije nisu rijetke te zahtijevaju donošenje brzih dijagnostičkih procjena i pravovremenih intervencija. BIS monitoring može pružiti nove, vrijedne podatke koje mogu olakšati donošenje odluka i tehnike liječenja u ovim slučajevima (Johansen et al. 2000.). Upotrebom informacija koje BIS pruža kao dio procjene bolesnika, mogu se donijeti odluke sa više informacija o dozi i ravnoteži anestetika i drugih dodatnih lijekova kao što su analgetici, kardioaktivni lijekovi i slično, posebice u bolesnika koji su u povećanom riziku (Guignard et al., 2000.). Ciljano liječenje je očigledna dobrobit koja rezultira BIS

monitoringom. Uporabom algoritma moguće je voditi bolesnika kroz anesteziju, smanjiti neželjene učinke pretjeranog ili nedovoljnog anestetskog učinka (Guignard et al., 2001).

BIS je brojčano procesuiran i klinički značajan parametar (Fatovich et al., 2006). Spektralna analiza tako otkriva EEG frekvencije koje su povezane s budnosti (alfa i beta) i frekvencije koje su povezane s nesvjесnim stanjem (delta i theta). Bispektralna analiza otkriva faznu povezanost između dvije vrste valova, primjerice između delta i theta valova (Mashour, 2006.). Algoritam BIS – a je kompleksan sustav s naprednim tehnikama ukljanjanja smetnji i definira vrijednost BIS – a, koji nema mjernu jedinicu. Vrijednost BIS – a ima raspon od 0 (izoelektrična linija na EEG – u) do 100 (potpuno budna i orijentirana osoba) (Johansen, 2006.).



Slika 3. Raspon BIS indeks skale Preuzeto:

[http://bme240.eng.uci.edu/students/09s/arnesanc/bispectral\\_analysis.html](http://bme240.eng.uci.edu/students/09s/arnesanc/bispectral_analysis.html)

Vrijednost BIS – a u realnom vremenu nastaje u tri koraka. U prvom koraku se EEG prije procesuiranja svaku sekundu raščlanjuje gdje se istovremeno prepoznaju i uklanjaju dijelovi koji sadrže smetnje. U drugom koraku se izračunava bispektralni indeks iz svojstava EEG – a. Posljedni korak je računanje postotka suprimiranog EEG – a iz dijelova EEG – a bez smetnji.



*Slika 4. BIS monitor*

Preuzeto: [http://en.wikipedia.org/wiki/Bispectral\\_index](http://en.wikipedia.org/wiki/Bispectral_index)

Razvoj algoritma BIS prošao je kroz nekoliko faza i revizija. Trenuto su u uporabi različite vrste BIS – a. Elektrode se postavljaju na lijevu stranu čela (četiri samostojeće elektrode). Senzori su izgrađeni od srebra/klorida srebra, od kojih je četvrta elektroda referentna i mjeri elektromiografsku aktivnost mišića lica a ostale elektrode registriraju EEG, koji se zatim pretvara u vrijednost BIS – a. Prije postavljanja elektroda kožu je potrebno prebrisati alkoholom.





Korak 1  
Obrisati kožu sa  
alkoholom

Korak 2  
Postaviti senzor  
dijagonalno na  
pacijentovo čelo

Korak 3  
Pritisnite oko brojke  
svaki senzor tako da  
se učvrsti za kožu



Korak 4  
Pritisnite svaku  
brojku da ispusti  
gel koji se nalazi  
u njoj zbog bolje  
provodljivosti  
signala



Slika 5. Postavljanje senzora

Preuzeto: <http://en.calameo.com/read/004015134b4c622c13da8>

Budni bolesnici, u kojih nisu primijenjeni nikakvi lijekovi, imaju vrijednost BIS – a otprilike oko 93, a neki bolesnici postaju nekontaktibilni pri vrijednostima od 80 – 75. Vrijednost BIS – a je u uskoj povezanosti s različitim ljestvicama sediranja (Myles, 2007.). Pri vrijednosti 60 mogućnost odaziva u smislu buđenja tijekom opće anestezije je gotovo nemoguća. Na temelju dobivenih podataka za sedaciju bolesnika preporuča se održavati vrijednost BIS – a između 65 i 85, a za opću anesteziju između 45 i 60. Vrijednost BIS – a dobro korelira s dozom anestetika, bez obzira na njegovu vrstu. Podaci o utjecaju opioidnih analgetika na BIS se prilično razlikuju (Johansen, 2006.). Utjecaj opioidnih analgetika i njihove kombinacije s hipnoticima još uvijek nije dobro istraživano ali je poznato da, primjerice remifentanil u kombinaciji sa stalnom dozom propofola nema utjecaja na vrijednost BIS – a (Johansen, 2006.). Razlog za to vjerojatno leži u činjenici da opioidni analgetici nemaju većeg utjecaja na moždanu koru, nego na noradrenergički put, koji se nalazi subkortikalno. Neka istraživanja su pokazala da opioidi u kombinaciji s propofolom utječu na vrijednost BIS – a s obzirom na dubinu anestezije. Smatra se da je vrijednost BIS – a prilikom gubitka svijesti bolesnika veća pri uvodu u anesteziju samo s propofolom. S druge strane propofol utječe na vrijednost BIS – a jer smanjuje odgovor moždane kore na bolne podražaje. Pri bolnom podražaju povećana vrijednost BIS – a je znak slabe analgezije (Guignard, 2006.).

Prilikom uspostave anestezije lijekovi se doziraju do potpunog nestanka hemodinamskih refleksa i gibanja što u većini slučajeva znači preveliku dozu. Stoga je uloga BIS monitora neprekidno praćenje dubine anestezije u realnom vremenu i sprječava premalo ili preveliko doziranje lijekova. Tako se na jednoj

strani sprječava budnost tijekom kirurškog zahvata, a na drugoj posljedice preduboke anestezije kao što su dugo i teško buđenje, hemodinamska nestabilnost, mučnina i povraćanje te dugoročno čak i smrt. Studija provedena o kumulativnom vremenu provedenom u anesteziju govori da svaki sat anestezije u kojoj je vrijednost BIS – a manja od 45 povećava mogućnost za nastanak smrti u prvoj postoperativnoj godini za 24,4% (Mashour, 2006.). Iz razloga što ne postoji zlatni standard za mjerenje dubine anestezije.

#### **4. STANJE SVIJESTI I BISPEKTRALNI INDEKS**

U zadnje vrijeme naglašeno je promoviranje kvalitete bolesnika u Jedinicama intenzivnog liječenja koja uključuje optimalnu procjenu i menadžment sedacije i analgezije. Preporuka je ustanoviti cilj sedacije i redovita procjena stanja bolesnika (Gilbert et al., 2001). Donedavno sedacija i stanje svijesti bolesnika procjenjivani su indirektno, prvenstveno opservacijom i dokumentiranjem vitalnih znakova, uporabom skala za sedaciju i skala za procjenu stanja svijesti. Zbog ograničenja ovih relativno subjektivnih pomagala za procjenu, pretjerana sedacija i preslaba sedacija, pa stoga i promjene stanja svijesti predstavljaju velik izazov za djelatnike Jedinice intenzivnog liječenja. Bispektralni indeks je objektivan način mjerenja sedacije i stanja svijesti.

BIS monitoring pruža informacije o klinički važnim prilagodbama doza analgetika koji utječu na stanje svijesti (De Deyne et al., 1998.). BIS monitori su neinvazivni uređaji koji reflektiraju signal nastao od elektroencefalograma. Pruža informaciju o stupnju sedacije mehanički ventiliranih bolesnika i učinke analgetika i sedativa nakon operativnog zahvata, traume i bolesti (Gilbert et al., 2001).

Većina, ako ne i sve, Jedinice intenzivnog liječenja u svojoj svakodnevici primjenjuju sedativne tvari u svrhu liječenja kritičkih bolesnika. Zbog ozbiljnosti njihova stanja ili kako bi osigurali liječenje mehaničkom ventilacijom ili izvođenje medicinskih procedura, potrebno je da bolesnici nisu promijenjenog stanja svijesti, agitirani ili u bolovima (Simmons et al., 1999). No ipak, niti jedno objektivno sredstvo se ne primjenjuje u Jedinicama intenzivnog liječenja kojim se mjeri dubina sedacije pa tako i stanje svijesti bolesnika (Devlin et al., 2001).

Ovaj nedostatak odgovarajućeg objektivnog „alata“ može dovesti do prekomjerne sedacije ili preslabe sedacije, dodatnih medicinskih komplikacija te do izvođenje sestrinskih postupaka koji su izvan njihovih kompetencija. Uz to, anksioznost i bol su česta pojava kritičkih bolesnika te njihovo neodgovarajuće liječenje može dovesti do pogrešnih doza sedativa ili narkotika.

*Tablica 3. Komplikacije sedacije u Jedinicama intenzivnog liječenja*

<b>PREKOMJERNA SEDACIJA</b>	<b>NEDOVOLJNA SEDACIJA</b>
✓ <b>Produljeno vrijeme mehaničke ventilacije</b>	✓ <b>Strah, anksioznost, agitiranost</b>
✓ <b>Produljeni boravak u Jedinici intenzivnog liječenja</b>	✓ <b>Nelagodno buđenje</b>
✓ <b>Dodatni troškovi</b>	✓ <b>Povećanje troškova</b>
✓ <b>Potreba za dodatnom dijagnostičkom obradom</b>	✓ <b>Potreba za dodatnom zdravstvenom njegom</b>
✓ <b>Povećan rizik od nastanka delirija</b>	
✓ <b>Usporeno cijeljenje rane i peristaltika</b>	
✓ <b>Smanjena pouzdanost neuroloških pregleda</b>	

Bolesnici koji borave u JIL – u ne bi smjeli biti agitirani, anksiozni ili u bolovima. Za razliku od operacijske sale, analgezija, amnezija i imobilizacija

nisu standardizirane za bolesnike u JIL - u. Postoji širok raspon postavljenih ciljeva za sedaciju bolesnika, poglavito onih koji su mehanički ventilirani. Taj raspon proteže se od mirnog i orijentiranog, blago sediranog do tromog odgovora (Ronan et al., 1995.). Sedativi i hipnotici su rutina Jedinica intenzivnog liječenja. Postoji velika vjerojatnost da se kritički ali svjesni bolesnici ponašaju na način kojim potenciraju nastanak ozljede te se time nameće potreba za kemijskom sedacijom. Bolesnici su često konfuzni, agitirani i ratoborni (Sessler et al., 1992). Odgovarajuće razine sedacije mogu prevenirati nastanak ozljeda u bolesnika ali i osoblja. Bolesnici koji su konfuzni ili anksiozni a mehanički ventilirani mogu imati koristi od sedacije jer se osigurava adekvatna oksigenacija i cerebralna perfuzija. Sedacija, s posljedičnom promjenom stanja svijesti, trebala bi se uzeti u obzir prilikom planiranja i izvođenja invazivnih postupaka u JIL – u kao što su postavljanje plućnog arterijskog katetera, endotrahealna intubacija i slično. Prilagođavanje doze, primjerice propofola, prema nalazu BIS – a može biti korisno kako bi se otklonila nelagoda u bolesnika tijekom izvođenja navedenih invazivnih postupaka (Sebel et al., 1997.). Bolesnici u JIL – u podvrgnuti su mnogim dijagnostičkim i terapijskim zahvatima i procedurama koji izazivaju bol. Pojava boli može dovesti do fizičkog i psihološkog stresa. Iako se primjenjuju analgetici i sedativi za medicinske procedure, kao što je postavljanje centralnog venskog katetera, za sestrinske postupke, kao što je promjena položaja bolesnika ili aspiracija endotrahealne cijevi, rijetko se primjenjuju. Intubacija i sedacija ometaju, pa čak i onemogućavaju bolesnika da prijavi bol (Stanik - Hutt et

al.,2001). Praćenje vrijednosti BIS – a u bolesnika s promijenjenim stanjem svijesti može pružiti dodatne informacije o bolesnikovim potrebama.

Iako je primjena sedacija dobro „uhodana“ u Jedinicama intenzivnog liječenja mnoge Jedinice nemaju ustanovljene protokole za primjenu sedativa i analgetika koji mijenjaju stanje svijesti. Na medicinske sestre utječu profesionalni faktori kao što je njihovo praktično znanje o ravnoteži sedativa i potrebama bolesnika kako bi se postiglo maksimalno zadovoljstvo tijekom liječenja, osobni faktori kao što su uvjerenja i stavovi o sedativnim potrebama te socijalni faktori kao što je utjecaj bolesnikove obitelji o primjeni sedativa. Integriranje BIS – a u svakodnevni rad Jedinica intenzivnog liječenja ima tri cilja:

1. Poboljšanje skrbi za bolesnika
2. Manje radno opterećenje
3. Smanjenje troškova povezanih sa sedacijom

Sediranje agitiranog bolesnika važno je za sigurnost bolesnika i osoblja. No, prekomjerna sedacija zbog neodgovarajuće procjene potrebe za sedacijom može imati nepovoljne učinke za bolesnika. Prekomjerna sedacija kompromitira bolesnikovo stanje i povećava radno opterećenje. Bolesnik koji je sediran je i promijenjenog stanja svijesti, duže ovisi o mehaničkoj ventilaciji, ima češće ili kontinuirane hemodinamske nestabilnosti čime zahtijeva pojačane medicinske intervencije. Takva situacija izravno se odražava i na povećanje vremena koje je potrebno za izvođenje zdravstvene njege bolesnika, što povećava i troškove izravne njege. Uporabom BIS monitoringa pomaže se u standardizaciji kliničke prakse i poboljšava se njega bolesnika. Moguće je ordinirati lijekove kako bi se postigao iznos BIS - a od 60 do 70 te se može objektivno i brzo prilagoditi doza

propisanog lijeka tijekom boravka bolesnika u Jedinici intenzivnog liječenja. Takva praksa pomaže u ublažavanju pojave slabe sedacije i povezanosti sa stresnim faktorima i/ili prekomjerne sedacije često povezane s privremenom potrebom za mehaničkom ventilacijom i kardiovaskularnom potporom. Objektivnom uporabom BIS – a za prilagodbu doze sedativnog lijeka smanjuju se komplikacije kao što su ozljede gušterače, jetre i bubrega, smanjena kontraktilnost srca povezane sa pretjeranom uporabom sedativa i njihova metabolizma.

Sedacija je integralni dio dobrog menadžmenta kritičnih bolesnika koji u zaprimljeni u Jedinice intenzivnog liječenja. Primarni cilj sedacije jest poboljšati bolesnikovu udobnost, smanjiti anksioznost i dezorijentaciju, osigurati san i smanjiti odupiranje mehaničkom ventilatoru. Monitoring dubine sedacije je izazovan. Klinički bodovni sistemi su razvijeni kao objektivno sredstvo za procjenu sedacije. Bodovni sustav koji se trenutno najčešće upotrebljava, Ramsey ljestvica, je jedan od načina mjerenja bolesnikove razine svijesti u Jedinicama intenzivnog liječenja. Ljestvica je objektivno mjerilo učinaka farmakološke sedacije. No nažalost, krajnosti mogućeg poremećaja svijesti su neučinkovito mjerene te agitacija i prekomjerna sedacija nisu lako evaluirane uporabom Ramsey skale (Crippen, 1994.). Uporabom bispektralnog indeksa pruža se širok raspon mogućnosti u praćenju stanja svijesti u bolesnika sediranih 72 sata i dulje te u onih u kojih je sedacija potrebna zbog njihove sistemne patologije.



## 5. ZAKLJUČAK

Sedacija, te s time i poremećaji stanja svijesti, su integralni dio menadžmenta u Jedinici intenzivnog liječenja kirurških bolesnika. Primarni cilj sedacije jest postizanje udobnosti bolesnika, smanjenje anksioznosti i dezorijentiranosti, osiguranje sna i smanjenje otpora mehaničkom ventilatoru. Praćenje razine svijesti i dubine sedacije u JIL – u je svojevrsan izazov. Najčešće upotrebljavanja ljestvica za procjenu sedacije je Ramsay skala, no neprikladna je za procjenu moguće disfunkcije svijesti.

Poremećaji stanja svijesti su, ponekad uzrokovani analgeticima i sedativima, su problem u Jedinici intenzivnog liječenja. Brojna istraživanja ukazuju na važnost ranog prepoznavanja čitavog spektra poremećaja stanja svijesti bolesnika u JIL – u. Poremećaji koji zahvaćaju promjene u mentalnom statusu ozbiljni su znak pogoršanja osnovne bolesti i dobar pokazatelj ishoda liječenja kritičnih bolesnika. Unatoč velikim naprecima i tehnološkim dostignućima objektivno praćenje stanja svijesti u Jedinicama intenzivnog liječenja i dalje je izazov. Moderne tehnike analgosedacije i BIS monitoring uz procjenu kliničkih znakova mogu pružiti cjelovit pristup optimiziranja doze analgetika i sedativa, ovisno o općem stanju bolesnika. Neodgovarajuće i prekomjerno doziranje lijekova dovodi do stanja koji mogu ugroziti i pogoršati stanje u bolesnika. Uporabom bispektralnog indeksa izravno se promatra i mjeri stanje svijesti bolesnika te pomaže u prevenciji navedenih poteškoća i komplikacija.

## **6. ZAHVALA**

Zahvaljujem se svima koji su mi pomogli u izradi diplomskog rada. Prvenstveno se zahvaljujem mentoru prof.dr.sc. Mladenu Periću na svakoj pomoći, ljubaznosti i susretljivosti glede izrade diplomskog rada. Također se zahvaljujem zbog pomoći u pronalaženju literature. Zahvaljujem se članovima komisije. Puno se zahvaljujem kolegicama i kolegama u Jedinici intenzivnog liječenja kirurških bolesnika na njihovoj strpljivosti i savjetima.

## 7. LITERATURA

1. Agarwal M, Griffiths R, 2004. Monitoring the depth of anesthesia. *Anaesth Intensive Care Med*; 5(10): 343-4
2. Avramon MN, White PF, 1995. Methods for monitoring the level of sedation. *Crit Care Clin*;11:803-826
3. Barr J, Zomorodi K, Bertaccini EJ, et al, 2001. A double – blind, randomized comparison of i.v. lorazepam versus midazolam for sedation of ICU patients via a pharmacologic model. *Anesthesiology*;95:286-298
4. BIS Clinical Reference Manual, 1998. Newton Mass: Aspect Medical System
5. Chanques G, Sebbane M, Barbotte E, et al, 2007. A prospective study of pain at rest: Incidence and characteristics of an unrecognized symptom in surgical and trauma versus medical intensive care unit patients. *Anesthesiology*; 107:858-860
6. Cheatle, M.D, O'Brien C.P, 2011. Opioid therapy in patients with chronic noncancer pain: Diagnostic and clinical challenges. *Adv Psychosom Med*;30:61-91
7. Crippen DW, 1994. Neurologic monitoring in the intensive care unit. *New Horiz* 2; 107-120
8. Fatovich MN, Jacobs IG, Celenza A, Paech MJ, 2006. An observational study of bispectral indeks monitoring for out of hospital cardiac arrest. *Resuscitation*; 69:207-12

9. Flaishon R, Windsor A, Sigl J, Sebel PS, 1997. Recovery of consciousness after thiopental or propofol. Bispectral indeks and isolated forearm technique. *Anesthesiology*;86:613-9
10. Glass PS, Bloom M, Kearse L, Rosow C, Sebel P, Manberg P, 1997. Bispectral analysis measures sedation and memory effects of propofol, midazolam, isoflurane and alfentanil in healthy volunteers. *Anesthesiology*;86:836-47
11. Guignard B, 2006. Monitoring analgesia. *Best Pract Clin Res Anesthesiol*; 20(1): 161-80
12. Guignard B, Coste C, Menigaux C, Chauvin M, 2001. Reduced isoflurane consumption with bispectral indeks monitoring. *Acta Anaesthesiol Scand*;45:308-14
13. Guignard B, Menigaux C, Dupont X, Fletcher D, Chauvin M, 2000. The effects of remifentanyl on the bispectral index change and hemodynamic responses after orotracheal intubation. *Anasth Analg*;90:161-7
14. Johansen JW, 2006. Update on bispectral indeks monitoring. *Best Pract Clin Res Anesthesiol*;20(1):81-99
15. Johansen JW, Sebel PS, Sigl JC, 2000. Clinical impact of hypnotic titration guidelines based on EEG bispectral indeks (BIS) monitoring during routine anesthetic care. *J Clin Anesth*;12:433-43
16. Luginbuhl M, Schnider TW, 2002. Detection of awareness with the bispectral indeks: two case reports. *Anesthesiology*;96:241-3

17. Laing AS, 1992. The applicability of a new sedation scale for intensive care. *Intensive Crit Care Nurs* 1992; 17:95-109
18. Mashour GA, 2006. Monitoring consciousness: EEG – based measures of anesthetic depth. *Semin Anesth, Perioperat Med Pain*;25:205-10
19. Myles PS, 2007. Prevention of awareness during anesthesia. *Best Pract Clin Res Anesthesiol*;21(3):345-55
20. Shah N, Clack S, Chea F, Tayong M, Anderson C, 1996. Does bispectral indeks of EEG (BIS) correlate with Ramsay sedation score in ICU patients? *Anesteiology*; 85: A469
21. Sigl JC, Chaumon NG, 1994. An introduction to bispectral analysis for the electroencephalogram. *J Clin Monit*; 10: 392 – 404ys
22. Struys M. Versichelen L, Byttebier G, Mortier E, Moerman A, Rolly G, 1994. Clinical usefulness of the bispectral indekx for titrating propofol effect site concentration. *Anaesthesia*; 53:4-12

## 8. ŽIVOTOPIS

Zovem se Maida Redžić, rođ. Krdžalić, rođena sam 29. srpnja 1986. godine u Zagrebu. Završila sam Osnovnu školu „Vukomerec“ u Zagrebu u periodu od 1993. do 2001. godine. Nakon toga upisujem i završavam Školu za medicinske sestre „Mlinarska“ u Zagrebu u periodu od 2001. do 2005. godine. Te iste godine upisuje Zdravstveno veleučilište u Zagrebu, studije sestrinstva, u periodu od 2005. do 2008. godine. Na Medicinskom fakultetu upisujem diplomski studij sestrinstva 2013. godine. Trenutno završavam posljednju godinu studija.

Od 2008. godine sam djelatnica Jedinice intenzivnog liječenja kirurških bolesnika pri KBC „Zagreb“ gdje obavljam dužnosti sukladno kompetencijama prvostupnika sestrinstva. Aktivno sam sudjelovala na brojnim kongresima i tečajevima.