

## ANESTEZIJOS GYLIO MONITORAVIMAS ELEKTROENCEFALOGRAFIJA PAGRĮSTOMIS SISTEMOMIS

Karolina Skrabytė<sup>1</sup>, Justina Barzdaitė<sup>1</sup>

*Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos akademija, Medicinos fakultetas*

**Raktažodžiai:** anestezijos gylis, anestezijos monitoravimas, bispektrinis indeksas, entropija.

### Santrauka

Sukeliant bendrąją nejautrą, siekiama, kad pacientas išliktų nesąmoningas visos planuojamos intervencijos metu [8]. Paciento sąmoningumas anestezijos metu gali sukelti tokius psichologinius sutrikimus, kaip nerimas ar potrauminio streso sindromas [4]. Medikamentai, kurie sukelia anestezinį miegą, veikia smegenis. Norint tiksliai įvertinti anestezijos gylį, auksiniu standartu laikomi pokyčiai elektroencefalogramoje (EEG) [8]. Klinikinėje praktikoje dažniausiai naudojamas bispektrinio indekso monitorius (BIS). Atliktų tyrimų duomenimis nustatyta, kad stebint BIS reikšmes operacijos metu, skiriamos anestetikų dozės sumažėja iki 27 proc. ir mažėja intraoperacinio paciento sąmoningumo rizika [9].

### Įvadas

Vienas iš bendrosios nejautros tikslų – slopinti paciento prisiminimus ir patirtį nuo anestezijos indukcijos iki planuojamo pabudimo [8]. Kasdienėje klinikinėje praktikoje atliekamų intervencijų veiksmingumas gali būti vertinamas pagal tokius fiziologinius rodiklius, kaip arterinis kraujospūdis, kvėpavimo dažnis, širdies susitraukimų dažnis [5]. Šie rodikliai anestezijos metu kinta ir dažnai jų nepageidaujamus pokyčius sukelia tam tikri medikamentai ar jų deriniai, kuriais siekiama, jog pacientas procedūros metu išliktų nesąmoningas. Norint pacientą išlaikyti nesąmoningą, anesteziologo atliekamos intervencijos taikynys – smegenys, todėl siekiant įvertinti anestezijos gylį, auksiniu standartu laikomi pokyčiai elektroencefalogramoje (EEG) [8].

Anestezijos gylio stebėjimas yra labai svarbi sąlyga, siekiant išvengti nepageidaujamų hemodinamikos pokyčių [4]. Jei anestezija per lengva, jos metu kyla pavojus, kad pacientas nubus [7]. Sąmoningumas anestezijos metu yra labai rimta komplikacija, kuri gali turėti ilgalaikes psichologines pasekmes, tokias kaip nerimas ar potrauminio streso sindromas [4]. Anestezijos gylio stebėjimui bei vertinimui

buvo sukurti neurologiniai monitoriai, pagrįsti apdorota elektroencefalograma arba sukeltais potencialais [1].

**Tyrimo tikslas** – apžvelgti dažniausiai naudojamus, EEG parentus anestezijos gylio stebėjimo metodus, atsižvelgiant į publikuotus mokslinius šaltinius.

### Tyrimo medžiaga ir metodai

Mokslinės literatūros paieška atlikta tarptautinėse medicinos duomenų bazėse PubMed, ScienceDirect, Clinical-Key. Į literatūros apžvalgą įtraukti 2020-2021 m. paskelbti straipsniai anglų kalba, kuriuose aprašomi atsiktinių imčių kontroliuojami tyrimai, originalūs stebėjimo tyrimai, atveju ataskaitos ir apžvalgos pagal raktinius žodžius ir jų derinius: anestezijos gylis, anestezijos monitoravimas, bispektrinis indeksas, entropija.

### Rezultatai ir jų aptarimas

Pirmasis patvirtintas Maisto ir vaistų administracijos (angl. Food and drugs administration, FDA) metodas migdomajam vaistų poveikiui įvertinti buvo bispektrinis indeksas (angl. bispectral index, BIS) [1]. Bispektrinio indekso monitorius apdoroja elektroencefalografinius signalus, kad gautų vertę, išreikštą skaitmenimis, kuri atspindi paciento sąmonės lygį [2]. BIS monitorius renka neapdorotus EEG duomenis per savo jutiklius ir naudoja algoritmą duomenims analizuoti ir interpretuoti. BIS reikšmės svyruoja nuo 0 iki 100. 0 reiškia smegenų veiklos nebuvimą, o 100 – budrumo būseną [3]. Reikšmės nuo 40 iki 60 reiškia adekvačią bendrąją nejautrą operacijai, mažesnės nei 40 – gilią narkozę. BIS reikšmė paprastai laikoma tarp 40-60, kad būtų išvengiama paciento pabudimo ar intraoperacinio sąmoningumo. Tai puiki priemonė užkirsti kelią nepageidaujamiems reiškiniams arba juos sumažinti [2]. Nors BIS monitorius yra viena iš lengviausiai prieinamų EEG parentų sistemų gydymo įstaigose, tačiau nėra tinkama visais klinikiniais atvejais – dėl skirtumų žievės EEG signaluose, nenaudojamas pediatrijoms pacientams [6]. Be to, BIS stebėsenos sistema nefiksuoja opioidų sukeltų paciento sąmoningumo pokyčių ir yra nejautri ketamino, azoto oksido, ksenono seduojančiam veikimui [6]. Remiantis

publikuotais duomenimis, atlikta studija su 2503 pacientais, kurioje buvo stebimas anestezijos gylis intraoperaciniu laikotarpiu, naudojant bispektrinį indeksą. Nubudimo rizika operacijos metu sumažėjo 82 procentais [9]. Nustatyta, kad palaikant BIS reikšmes nuo 40 iki 60, anestezinį miegą sukeliančių medikamentų dozė sumažėja 18-27 procentais. Tai pagreitina pacientų atsigavimą po bendrosios nejautos [3].

Entropija (E) apdoroja elektroencefalografinius ir kaktinės srities elektromiografinius (EMG) signalus [6]. Veikimas paremtas ryšiu tarp žievės aktyvumo ir nereguliarių EEG signalų: pacientui skyrus anestetikų, jo žievės aktyvumas sumažėja ir EEG signalo amplitudės įgauna taisyklingesnę formą [9]. Apdoroti signalai išreiškiami atsako entropijos (RE) ir būsenos entropijos (SE) vertėmis, kurios kinta priklausomai nuo paciento atsako į anesteziją. Veido raumenų ir smegenų veiklos aktyvumas aptinkamas naudojant sensorius su trimis elektrodais, kurie tvirtinami prie paciento kaktos ir prijungiami prie entropijos modulio [6]. Būsenos entropija pagrįsta apdorojant tik EEG signalus ir jos reikšmės svyruoja nuo 0 iki 91. 0 atspindi smegenų veiklos nebuvimą, 91 – paciento būdravimą. Atsako entropija grindžiama apdorojant EEG ir EMG signalus, todėl yra jautri dirgiklio sukeltam veido raumenų susitraukimui [8]. Atsako entropijos reikšmei būdingas greitas atsakas į dirgiklius (2 sekundės), parodantis, kada pacientas pradeda busti. RE reikšmės kinta nuo 0 iki 100. 0 atspindi smegenų veiklos nebuvimą, 100 – būdravimą [6]. Klinikinėje praktikoje atsako entropijos ir būsenos entropijos reikšmių svyravimas yra panašus, todėl norint išlaikyti adekvatų anestezijos gylį bendrosios nejautos metu, siekiama, jog abi reikšmės būtų 40-60. Jei atsako entropija nuo būsenos entropijos skiriasi >10, tai gali parodyti nepakankamą paciento analgeziją bendrosios nejautos metu [6].

Kita EEG signalus apdorojanti anestezijos gylio monitoravimo sistema - Narcotrend-Compact M. Išanalizuoti duomenys išreiškiami alfabetu, kurio raidės atspindi paciento sąmonės lygį: A-būdraujantis, B-seduotas, C-lengva anestezija, D-bendroji nejautra, E-bendroji nejautra su gilia narkoze, F-bendroji nejautra su smegenų aktyvumo svyravimais [6]. Stebėsenos sistemoje rodomas angl. Narcotrend index, kuris, kaip ir anksčiau minėti metodai, išreiškiamas nuo 0 iki 100 [9]. Pateikiami grafiniai realaus laiko elektroencefalogramos kitimai. Ši anestezijos gylio stebėsenos sistema gali būti naudojama ir pediatrijoms pacientams [6].

### Išvados

1. Tiksliausiai anestezijos gylis stebimas naudojant stebėsenos sistemas, kurios apdoroja EEG signalus.
2. Anestezijos gylio stebėseną ženkliai sumažina pacientų intraoperacinio pabudimo riziką ir perteklinį anestetikų skyrimą.

3. Daugiausia atliktų tyrimų ir klinikinėje praktikoje dažniausiai naudojamas EEG-paremtas anestezijos gylio stebėjimo metodas – BIS monitorius.

### Literatūra

1. Benzoni T, Cascella M. Procedural Sedation. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing 2021.
2. Bouafif L. Monitoring of Anesthesia by Bispectral Analysis of EEG Signals. *Comput Math Methods Med* 2021;2021(1). <https://doi.org/10.1155/2021/9961998>
3. Conway A, Sutherland J. Depth of anaesthesia monitoring during procedural sedation and analgesia: A systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Stud* 2016;63:201-12. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2016.05.004>
4. Evered LA, Goldstein PA. Reducing perioperative neurocognitive disorders (PND) through depth of anesthesia monitoring: A critical review. *Int J Gen Med* 2021;14:153-62. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S242230>
5. Jahanseir M, Setarehdan SK, Momenzadeh S. Automatic anesthesia depth staging using entropy measures and relative power of electroencephalogram frequency bands. *Australas Phys Eng Sci Med* 2018;41(4):919-29. <https://doi.org/10.1007/s13246-018-0688-x>
6. Kennedy H, Wilson M. Monitoring techniques: neuromuscular blockade and depth of anaesthesia. *Anaesth Intensive Care Med* 2020;21(7):373-8. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2020.04.002>
7. Mathur S, Patel J, Goldstein S, Jain A. Bispectral index. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing 2021.
8. Roche D, Mahon P. Depth of Anesthesia Monitoring. *Anesthesiol Clin* 2021;39(3):477-92. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2021.04.004>
9. Shander A, Lobel GP, Mathews DM. Brain monitoring and the depth of anesthesia: Another goldilocks dilemma. *Anesth Analg* 2018;126(2):705-9. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002383>

### DEPTH OF ANAESTHESIA MONITORING USING EEG-BASED MONITORS

K. Skrabytė, J. Barzdaitė

Keywords: depth of anaesthesia, monitoring of anaesthesia, bispectral index, entropy.

#### Summary

With the induction of general anaesthesia, it is aimed that the patient remains unconscious throughout the planned intervention [8]. The conscious state of the patient during anaesthesia can lead to such psychological disorders as anxiety or post-traumatic stress disorder [4]. Medication, which induces anaesthetic sleep, affects the brain. Thus, changes in electroencephalography (EEG) are considered as a golden standard to precisely evaluate the depth of anaesthesia [8]. In clinical practice, the bispectral monitoring (BIS) is most commonly used. According to the research data, it is conclu-

ded that when BIS values are monitored during the surgical procedures, the administered doses of anaesthetics decrease by up to 27 % and the risk of patients being in a conscious state intraoperatively decreases [9].

**Objectives:** To review the most common EEG-based methods of monitoring the depth of anaesthesia, found in published scientific sources.

**Methods:** We searched PubMed, UpToDate ScienceDirect, ClinicalKey databases for published articles. The literature review includes articles in English, published from 2020-2021 randomised studies, original observational studies, case reports and systematic reviews found by using keywords and their combinations: depth of anaesthesia, monitoring of anaesthesia, bispectral index, entropy.

**Results and conclusions:** 1. The depth of anaesthesia is monitored most precisely by using EEG-based methods of monitoring. 2. The monitoring of anaesthesia's depth helps significantly reduce the risk of patients being in a conscious state intraoperatively and prevents excessive administration of anaesthetics. 3. In most of the conducted research, as well as in the clinical practice, EEG-based monitoring method – BIS monitor – was used.

Correspondence to: [skrabytekarolina@gmail.com](mailto:skrabytekarolina@gmail.com)

Gauta 2021-12-21

---