

# Intraoperacijska neurofiziologija i njezina uloga u sprječavanju poslijeoperacijskog deficita

---

Zmajević Schönwald, Marina; Rotim, Krešimir; Sajko, Tomislav; Mladić-Batinica, Inga; Salkičević, Svjetlana

Source / Izvornik: **Medicinski vjesnik, 2018, 50, 102 - 104**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:220:079991>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-22**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Sestre milosrdnice University Hospital Center - KBCSM Repository](#)

## INTRAOPERACIJSKA NEUROFIZIOLOGIJA I NJEZINA ULOGA U SPRJEČAVANJU POSLIJEOPERACIJSKOG DEFICITA

**Marina Zmajević Schönwald<sup>1</sup>, Krešimir Rotim<sup>1</sup>, Tomislav Sajko<sup>1</sup>, Inga Mladić-Batinica<sup>2</sup>, Svjetlana Salkičević<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Klinički bolnički centar Sestre milosrdnice, Klinika za neurokirurgiju, Vinogradska 29, HR-10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup>Klinički bolnički centar Sestre milosrdnice, Klinika za anesteziju i intenzivno liječenje, Vinogradska 29, HR-10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup>Odsjek za psihologiju, Filozofski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Ivana Lučića 3, HR-10000 Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

U intraoperacijskoj neurofiziologiji različitim se neurofiziološkim tehnikama, koje su prilagođene operacijskim uvjetima, prikupljaju informacije o trenutačnom funkcioniranju struktura u operacijskome polju i/ili funkcioniranju onih inervacijskih (i irigacijskih) područja koja su u visokom riziku oštećenja zbog rada u operacijskom polju. Ta grana neurofiziologije potrebna je za vrijeme intrakranijskih neurokirurških operacija, operacija kralježnične moždine i perifernoga živčanog sustava. Intraoperacijska neurofiziologija ima dva osnovna radna usmjerenja koja se mogu kombinirati i primjenjivati tijekom jedne operacije. To su neurofiziološko mapiranje i neurofiziološko monitoriranje. Neurofiziološkim mapiranjem određujemo anatomske smještaje elokventnih moždanih funkcionalnih regija, uključujući i govor, te biranih neelokventnih funkcionalnih regija u operacijskome polju. Mapiranjem se značajne regije, bitne za kvalitetu života poslije operacije, mogu prepoznati u operacijskome polju i maksimalno poštediti za vrijeme operacijskih postupaka ili intraoperacijske resekcije tkiva. Za intraoperacijsko mapiranje primjenjujemo standardne tehnike izravne monopolarne i bipolarne stimulacije moždanoga korteksa i subkorteksa. Mapiranje je moguće i u regijama moždanoga debla uz registriranje odgovora stimuliranih jezgri moždanih živaca, kao i duž kralježnične moždine gdje se u tu svrhu upotrebljavaju različite stimulacijske tehnike. Posebno prilagođene tehnike mapiranja primjenjujemo prilikom intrakranijskih operacija bolesnika u budnom stanju, primjerice kod detekcije primarnih motoričkih govornih regija, detekcije funkcija pisanja, kao i za anatomske lociranje nekih složenijih kognitivnih funkcija. Takve operacije iziskuju posebnu pripremu bolesnika i koordinirani intraoperacijski rad multiprofesionalnoga tima u koji su uobičajeno uključeni: neurokirurg, anesteziolog, neurofiziolog-neurolog, psiholog i logoped.

Drugi smjer neurofiziološkoga djelovanja u operacijskoj sali jest intraoperacijsko monitoriranje tj. kontinuirano praćenje funkcija aferentnih i eferentnih živčanih putova od generiranja živčanoga impulsa do njegove registracije za vrijeme operacije. Unapređivanjem anestezioloških tehnika uvođenjem totalne intravenske anestezije (TIVA-e) te ograničenim korištenjem miorelaksansa omogućeno je bolje generiranje i snimanje intraoperacijskih motoričkih i senzoričkih neurofizioloških odgovora. Ako se tijekom operacije registrira patološka promjena tih odgovora uz procjenu visokoga rizika poslijeoperacijskoga neurološkoga deficita zbog oštećenja neuralnog tkiva, odmah se alarmira operacijski tim te u ozbiljnijim slučajevima započne provođenje tzv. „mjera korekcije“, koje su unaprijed utvrđene. U neurofiziološkome monitoriranju najčešće primjenjujemo sljedeće modalitete: somatosenzoričke evocirane potencijale (SSEP), motoričke evocirane potencijale (MEP), kortikobulbarne motoričke evocirane potencijale (CoMEP), slušne evocirane potencijale moždanoga debla (BAEP), vidne evocirane potencijale (VEP), spontani EMG, elektroencefalogram (EEG) i elektrokortikografiju (ECoG). Prema potrebi u operacijama moždanoga debla, spinalnim operacijama i operacijama perifernih živaca i živčanih spletova primjenjujemo prilagođeno snimanje ciljanih refleksa moždanoga debla (blink refleks, refleks m.

massetera, refleks laringealnih aduktora), M vala, H refleksa, bulbokavernozna refleksa, te segmentalnu neurografiju.

U praksi se uvijek primjenjuje multimodalno monitoriranje kako bi se intraoperacijski kontrolirao veći broj ugroženih moždanih puteva. SSEP prati transmembranske potencijale koji nastaju električnim podražajem perifernoga živca i putuju aferentnim somatosenzoričkim putevima do primarnoga somatosenzoričkog korteksa. Kriterij za upozorenje neurokirurga tijekom operacije jest pad amplitude kortikalnoga odgovora N20 (N25) te P37 (P40) za više od 50 % i/ili produženje njegove latencije za više od 10 %, gledano prema početnim vrijednostima prije početka operacije. Na isti se način može pratiti i promjena posebne SSEP varijable centralnoga vremena provođenja, spinogrami generirani u tractusu gracilisu i tractusu cuneatusu dorzalin kolumni kaudalno i rostralno od operacijskoga polja kod operacija kralježnične moždine i neurogrami u operacijama perifernoga živčanog spleta. Intraoperacijsko praćenje SSEP-a u vaskularnim operacijama vezano je za činjenicu da neuronska sinaptička transmisija prestaje ako se moždani krvni protok (CBF) snizi ispod 18 ml/100g moždanoga tkiva/min. Pri tome membrana neurona prestaje održavati bazični membranski potencijal. Zbog toga pad CBF-a ispod 15ml/100g/min prati i linearno povezan pad amplitude SSEPom registriranoga kortikalnoga odgovora N20 (N25) te P37 (P40).

MEP-om monitoriramo akcijske potencijale brzih alfa motoneurona nastale direktnom ili transkranijском stimulacijom primarnoga motoričkog korteksa električnom strujom, koji putuju eferentno piramidnim traktom do mišićne periferije, gdje se i registriraju u mišićima kao mišićni motorički evocirani potencijali (MMEP). U spinalnim operacijama kralježnične moždine primjenjujemo registracijske tehnike praćenja D vala, tj. epiduralno registriranoga bilateralnoga motoričkog odgovora bez sinaptičkoga prekapčanja.

Praćenje MEP-a moguće je i tehnikom monitoriranja „lower stimulation threshold” (LST), u kojem rizikom poslijeoperacijske pareze smatramo ako se prilikom praćenja treba povisiti intenzitet transkranijске kortikalne stimulacije za 20mA da bi se opet dobio MMEP odgovor. Nestanak registracije MMEP-a dulji od 10 minuta povećava vjerojatnost za motorički deficit. Trajni gubitak MMEP-a tijekom intrakranijских operacija uvijek je povezan s teškim motoričkim deficitom. Produljene latencije MMEP-a za više od 10 % također su znak upozorenja za razvoj poslijeoperacijskoga motoričkog deficita. Moguće je kontinuirano monitoriranje MEP-a izravnom kortikalnom i subkortikalnom stimulacijom uz instalaciju monopolarne električne stimulacije na različite neurokirurške uređaje kojima kirurg radi u operacijskome polju. Kortikobulbarni MEP (CoMEP) se primjenjuje analogno u praćenju kortikobulbarnoga trakta te monitoriranju funkcijskoga statusa moždanoga debla preko statusa jezgri većine kranijalnih živaca. Posebnim protokolom snimanja motoričkoga odgovora duge latencije CoMEPa u krikotiroidnom mišiću moguće je praćenje funkcije operkularnog dijela inferiornoga frontalnog girusa povezanoga s motornom govornom ekspresijom. Tako se može nadzirati i spriječiti razvoj poslijeoperacijske motoričke ekspresivne afazije. BAEP se primjenjuje pri intraoperacijskom praćenju funkcija moždanoga debla kroz funkcioniranje slušnoga puta počevši od proksimalnoga dijela n. cochlearis kroz pons do mezencefalona i kaudalnoga dijela talamusa (pedunculus cerebellaris inferior- nucleus olivaris superior- lemniscus lateralis- brachium colliculus inferior- corpus geniculatum mediale). BAEP je kao metoda praćenja visoko specifičan i u 90 % slučajeva kod dobivanja urednoga nalaza deblo funkcionira uredno. VEP se u intraoperacijskom praćenju rabi za monitoriranje mogućega rizika intraoperacijske ozljede vidnoga puta i primarnoga vidnog korteksa. Moguće je intraoperacijsko praćenje promjena kortikalnoga P100 i N135 odgovora prilikom operacija primarnoga vidnog korteksa (ili operacija s ugroženošću irigacijskog područja grana a. cerebri posterior).

Klasični EEG kao registracija električke aktivnosti moždane kore iglenim elektrodama, koje su intraoperacijski postavljene po koži glave bolesnika, može detektirati početak generiranja EPI napada, što je važno pratiti kod operacija s iritabilnim prijeoperacijskim nalazom EEG-a ili ustanovljenim EPI žarištem, a osobito ako se operacija provodi u budnom stanju. EEG se provodi i kod praćenja rizika moguće hipoperfuzije moždanoga korteksa. EcoG-om se registracija elek-

tričke aktivnosti moždane kore vrši subduralno i služi za praćenje moždane aktivnosti na ograničenom prostoru moždane kore, ispod posebnih grid ili strip elektroda. Tu metodu primjenjujemo u raznim protokolarnim tehnikama preciznoga kortikalnog mapiranja i traženja kortikalnoga EPI žarišta. Spontani EMG primjenjuje se u svim operacijama gdje je moguće oštećenje bilo kojeg dijela piramidnoga i kortikobulbarnoga trakta intrakranijski ili spinalno. Za intraoperacijsku prognozu i moguće alarmiranje neurokirurškoga tima najvažnije je prepoznati potencijalno opasan „A-train“ uzorak spontane EMG aktivnosti. Postoji jasna korelacija između duljine trajanja „A-train“ aktivnosti tijekom operacije i stupnja kasnijeg poslijeoperacijskog deficita. Tehnika spontanoga EMG praćenja je vrlo korisna zbog brzine i mogućnosti pasivnoga (bez stimulacije) praćenja motoričkih putova, ali je istovremeno i visoko senzitivna, pa su mogući i lažno pozitivni nalazi. Svi navedeni modaliteti intraoperacijskoga monitoriranja individualno se planiraju i kombiniraju za svakoga bolesnika, što rezultira individualnim multimodalnim neurofiziološkim praćenjem. Kombinacija modaliteta ovisi o prijeoperacijskom statusu bolesnika, anamnezi, učinjenoj dijagnostici i ustanovljenim intraoperacijskim područjima rizika. Baš zbog toga od velikog je značaja ozbiljno prijeoperacijski pregledati bolesnika te klinički „predvidjeti“ rizične ili ustanoviti već djelomično oštećene regije. Rad neurologa nastavlja se poslijeoperacijskim neurološkim pregledom bolesnika unutar 24 sata nakon operacije te daljnjim neurološkim pregledima i konzultacijama s rehabilitacijskim timom. Boravak u bolnici pacijenta završava neurološkim pregledom kod otpusta iz bolnice. Kontrole, osobito kod mogućih recidivirajućih patologija (recidivirajući tumori) nastavljaju se ambulantno.

**Ključne riječi:** Neurofiziologija; Intraoperacijsko neurofiziološko promatranje; Poslijeoperacijske komplikacije