

Anestesia- ja syvyyden kliininen arviointi

(19.2.2014)

Arvi Yli-Hankala

Tampereen yliopisto ja Tays

arvi.yli-hankala@uta.fi

Anestesian "syvyyden" arviointi on muuttunut ratkaisevasti viimeksi kuluneiden 25 vuoden aikana. Vuonna 1989 tuki jo ymmärrettiin anestesiaan liittyvän tahattoman hereilläolon riski, mutta nukutetun potilaan anestesiatiilan monitorointi oli vielä varsin vaatimatonta. Helsinkiläinen Datex Oy, sittemmin huikkeen menestystarinansa kautta General Electrics -jättiläisen syliin pudonnut monitorointifirma, oli 1980-luvulla kaupallistanut otsalihaksen aktiivisuutta mittaavan ABM-monitorinsa, jonka kehittyneimmässä versiossa seurattiin myös aivosähkökäyrää. ABM oli huomattavasti aikaansa edellä, eivätkä klinikot koskaan kunnolla oppineet hyödyntämään sen tarjoamia mahdollisuuksia. Aivosähkökäyrän mahdollisuuksiin hereilläolon välttämiseksi suhtauduttiin yleensäkin epäillen, koska silloisella, spektrianalyysiin perustuvalla laskentafilosofialla ei ollut poimittavissa yksittäisiä tunnuslukuja, jotka olisivat suoraan kertoneet hereilläolosta. Herätevasteet olivat jo tuolloin kiinnostuksen kohteina, mutta ne koettiin käytännön työssä liian kömpelöiksi, teknisiksi ja aikaa vieviksi mittareiksi. Niinpä paremman puutteessa anestesian syvyyden arvioinnissa keskityttiin edelleen anestesian kliinisiin merkkeihin, kuten sykkeeseen, verenpaineeseen ja kyynelehtimiseen. PRST-score, joka perustui verenpaineeseen (P), sykkeeseen (R), hikoiluun (S) ja kyynelehtimiseen (T) havainnointiin ja niissä tapahtuvien muutosten numeeriseen seurantaan, oli jopa tieteellisessä tutkimuskäytössä, vaikka se nykykäsityksen mukaan heijastaakin lähinnä vain anestesian analgesia-komponenttia eikä niinkään tajuisuuden astetta.

1990-luvun puolivälissä markkinoille tuli BIS (bispektraali-indeksi), ja sen jälkeen useita vastaavanlaisia laitteita, joilla useimmiten otsan alueen iholta kerättyä aivosähkökäyräsignaalia analysoimalla pyrittiin arvioimaan sedaation syvyyttä, siis anestesian tajuttomuus-komponentin riittävyttä, näyttäen loppukäyttäjälle vain yhtä (tai kahta) numeroa. Koko anestesiatiilan monitorointi koki syvän murroksen, vaikka EEG-pohjaiset laitteet eivät täysin erehtymättömiä olekaan. BIS:n myötä opittiin ymmärtämään, että anestesiatiilaa on tarkasteltava useampana kuin yhtenä ilmiönä. Tajuttomuus ja liikkumattomuus eivät ole saman asian ilmentymiä.

Niinpä anestesiatiilaa ei enää nykyisin yleensä kuvata käsiteparilla *kevyt – syvä*, vaan se ymmärretään kahtena rinnakkaisena komponenttina, jotka ovat ainakin osittain toisistaan riippumattomia. *Analgeettinen komponentti* on riittävä, kun potilas pysyy liikkumatta kirurgiasta riippumatta, eikä *nosiseptio* aiheuta verenpaineen tai pulssitason kohoamista. *Hypnoottinen komponentti* on riittävä, kun potilas on tajuton eikä leikkauksen aikaisia muistikuvia synny. Näiden komponenttien lisäksi saatetaan puhua myös ”*lihasrelaksaatiosta*”, joka on käsitteenä epämääräisempi. Tahdonalaisen lihaksiston relaksoituminen voi johtua nosiseption estymisestä selkäydintasolla puudutusaineita tai analgeetteja käyttäen, tai hermo-lihasliitoksen toiminnan estämisestä esimerkiksi kurare-tyyppisiä salpaajia käyttäen. Nosiseption estymisellä ja hermo-lihasliitoksen toiminnan estämisellä ei tietenkään ole mitään farmakologista yhteyttä toistensa kanssa. Jopa erillistä *amnestista* komponenttia on ehdotettu anestesian luokittelun osaksi. Periaatteessa anestesian riittävyys voidaan kuitenkin määritellä pelkästään hypnoottisen ja analgeettisen komponentin avulla. Kuten edellä mainittiin, jaottelu anestesian rinnakkaisiin komponentteihin on osittain seurausta laitekehittelystä, joka on tehnyt paremmin ymmärrettäväksi tajuttomuuden ja liikkumattomuuden välisen eron yleisanestesiassa.

I Tajuttomuus

Anestesian hypnoottinen komponentti (”unen syvyys”) on aivokuoren ja siihen toiminnallisesti liittyvien keskushermoston osien ilmiö. Sitä arvioidaan kortikaalisen toiminnan mittareilla, kuten aivosähkökäyrän (EEG) tai keskipitkäläntenttien kuuloherätevasteiden avulla. Näillä mittareilla voidaan suhteellisen luotettavasti varmistua siitä, että potilas todella on tajuton. Anestesian muiden komponenttien tila ei kuitenkaan näissä mittareissa näy, joten potilas saattaa esimerkiksi liikkua vasteena kivulle, vaikka hän olisi EEG-mittarin mukaan syvässä unessa. Hypnoottisen komponentin mittarit eivät myöskään ennusta mitään, vaan näyttävät ainoastaan potilaan mittauksenaikaisen tilan. Kortikaalisen toiminnan mittareihin liittyy seuraavia puutteita:

1. EEG-signaali on pieni, häiriöherkkä signaali, joten siitä lasketut indeksitkin ovat herkkiä ulkoiselle häiriölle. Häiriö aiheuttaa useimmiten valheellisen korkean lukeman EEG-indeksissä.
2. EEG on luotettava anestesiatiilan mittari vain, kun anestesian aikaansaamiseksi käytetään ”oikeita”, ns. GABAergisiä nukutusaineita, kuten esimerkiksi propofolia, tiopentaalia tai höyrystyviä anesteetteja. Jos anestesian antamiseen käytetään pelkästään korkeaa

typpioksiduulipitoisuutta, pelkkää fentanyyliä tai pelkkää ketamiinia, EEG-toimintaan perustuvat indeksit eivät toimi luotettavasti. Typpioksiduuli, fentanyyli tai ketamiini anestesian adjuvantteina eivät kuitenkaan haittaa anestesian hypnoottisen komponentin arviointia, jos anestesia on pääasiallisesti hoidettu normaalilla GABAergisellä yleisanesteetilla.

3. EEG-indeksin sielunelämän kohtuullinen ymmärtäminen edellyttää sellaisia perustietoja neurofysiologiasta, että niitä ei välttämättä sairaanhoitaja- tai edes anestesiologikoulutuksen aikana ole mahdollista omaksua. Tämä ei kuitenkaan estä indeksien käyttämistä päivittäisessä työssä mutta saattaa haitata niiden tulkintaa joissain erityistilanteissa.

II Analgesia

Liikkumisen ja hemodynamiikan säätely yleisanestesian aikana on aivokuoren alaisten aivorakenteiden, autonomisen hermoston ja selkäytimen kontrollissa. Ellei leikkauksen aiheuttamaa kehon periferisistä osista nousevaa nosiseptiivistä informaatiota vaimenneta puuduttamalla tai riittävällä opioidien käytöllä, potilas viestittää stressitilaansa liikkumalla, jännittämällä lihaksiaan tai kiihdyttämällä hemodynamiikkaansa. Potilaan liikkuminen vasteena kirurgialle, tai korkea verenpaine ja/tai pulssi kertovat pääsääntöisesti opioidien tai muiden antinoseptiivisten lääkkeiden tarpeesta ja ovat vain äärimmäisen harvoin merkki tahattomasta hereilläolosta. Potilaan liikkumista voidaan toki vaimentaa antamalla hermo-lihasliitoksen salpaajaa ("lihasrelaksantti"), mutta leikkauksen aiheuttama stressi tulisi ensisijaisesti hoitaa opioideilla. Anestesian analgeettisen komponentin arvioimiseksi on kehitetty mittari, jonka toiminta perustuu potilaan syketasossa ja pletysmografiassa eli sormen pulssiaallon korkeudessa tapahtuviin muutoksiin. Surgical Pleth Index™ (SPI) näyttää kirurgisen stimulaatiotason ja potilaan saaman anti-noseptiivisen lääkemäärän tasapainotilaa: jos potilaan saama lääkitys on riittämätön kirurgiseen stimulukseen verrattuna, syke kiihtyy ja pulssiaallon korkeus madaltuu, jolloin SPI näyttää korkeita lukuarvoja. SPI huomioi siis sekä lääkevaikutuksen että samanaikaisen kirurgisen stimulaation, Se saattaa ennustaa potilaan reaktioita leikkauksen kestäessä hieman paremmin kuin EEG-pohjaiset indeksit, mutta ei pysty ennustamaan potilaan reaktiota ihoviillolle.

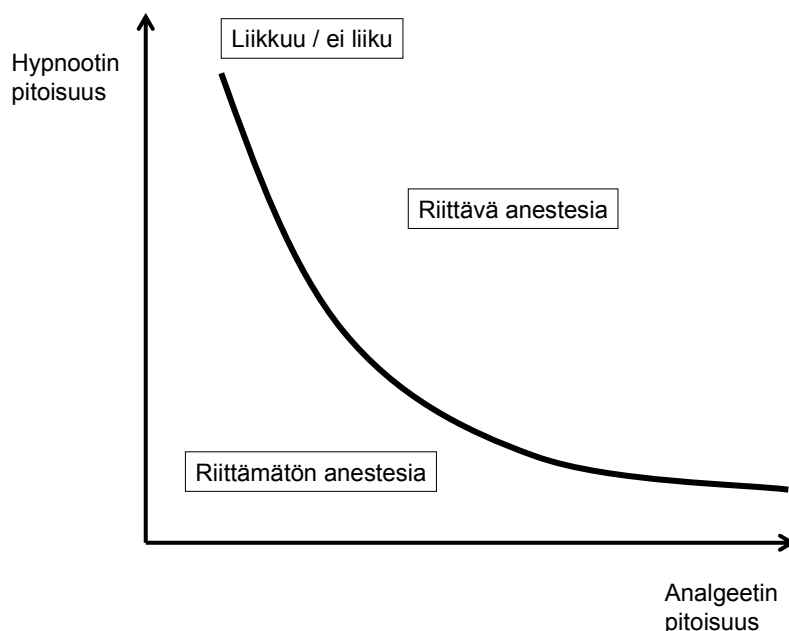
III Inhalaatio- vai laskimoanestesia?

Inhalaatioanesteetit (esim. sevo- ja desfluraani) ovat, paitsi erinomaisia nukutusaineita eli tajuttomuuden tuottajia, myös kohtalaisen analgeettisia aineita, joita käytettäessä potilaan

immobilisaatio hoituu melko helposti. Potilas ei reagoi kirurgian aiheuttamaan nosiseptioon yhtä herkästi kuin esimerkiksi propofolia käytettäessä. Inhalaatioanesteeteille on myös määritetty MAC-arvot, jotka summittaisesti kertovat siitä, millä uloshengityspitoisuuksilla kutakin höyryä on järkevä annostella. Uloshengityskaasupitoisuuksia on helppo seurata monitorin näytöltä. Lisäämällä leikkauksen nosiseptiivisimmillä hetkillä potilaan lääkitykseen enemmän opioidia ja huolehtimalla järkevästä hermo-lihasliitoksen salpauksesta onnistuu inhalaatioanestesia useimmiten oikein hyvin.

Propofolikin on voimakas hypnootti, mutta sillä ei ole juurikaan analgeettista tehoa. Propofoli aikaansaa tajuttomuuden annoksella, joka ei immobilisoi. Tämä saattaa hämmentää höyrystyvien anesteettien käyttöön tottunutta, koska toisin kuin propofoli, höyrystyvät anesteetit vaimentavat melko tehokkaasti liikevastetta kirurgialle. Propofolianestesiassa potilas liikkuu herkästi leikkauksensa aikana, vaikka EEG-indeksin lukuarvo olisi hyvin matala. Propofolianestesian analgeettinen komponentti tuleekin hoitaa riittävällä opioidimäärällä, joka lisäksi annetaan mieluusti jatkuvana infuusiona, kuten propofolikin. Koska laskimoanestesian hypnoottista ja analgeettista komponenttia voidaan säätää lähes täysin toisistaan riippumatta, laskimoanestesiasta on mahdollista räätälöidä yksilöllisempi kuin höyrystyvästä anestesiasta, jossa aina on mukana sekä hypnoottista että analgeettista vaikutusta. Riittävä anestesia (tajuttomuus tai tajuttomuus + liikkumattomuus, kumpaa tilaa sitten tavoitellaankin) on saavutettavissa sekä hypnoottipainotteisella että opioidipainotteisella lääkityksellä. Tällä voi olla merkitystä esimerkiksi hoidettaessa potilaita, joiden hemodynamiikka ei kestäisi riittävää inhalaatioanestesiaa. Propofolin ja opioidien välinen yhteisvaikutus on synergistinen: riittävän anestesian rajakäyrä on paraabeli, kuten oheisessa kuvassa esitetään.

Vaikka propofolin analgeettinen teho on vähäisempi kuin useimpien inhalaatioanesteettien, hypnoottisen komponentin mittarit (BIS, Entropy, jne.) toimivat varsin luotettavasti propofolianestesiassakin. Kun anestesiahenkilökunta ymmärtää, että propofolianestesiassa potilas liikkuu herkästi kirurgian aikana vaikka EEG-indeksin arvo olisi matala, on jo opittu jotain olennaista anestesian mekanismeista ja tarpeeton turhautuminen voidaan välttää. Oman kokemukseni mukaan abdominaalista kirurgiaa voidaan helposti tehdä propofoli-remifentaniilianestesiassa ilman hermo-lihasliitoksen salpaajia, kunhan hypnoottista komponenttia monitoroidaan ja opioidia annetaan jatkuvana infuusiona, mieluusti TCI-konseptilla. Lopputuloksena saadaan yleensä varsin tyytyväinen, nopeasti heräävä potilas, jonka toipuminen on jo hyvässä alussa.



Kuva 1. Riittävän anestesian rajakäyrä hypnoottisen (esim. propofoli) ja analgeettisen (esim. remifentaniili) lääkevaikutuksen funktiona. Lääkkeiden yhteisvaikutus on synergistinen. Jos analgeettinen vaikutus on vahva, pienempi hypnoottinen vaikutus riittää aikaansaamaan riittävän anestesian kuin tilanteessa, jossa analgeettinen vaikutus on vähäinen.

IV Yhteenveto

Anestesiatiilan arviointi on muuttunut dramaattisesti vuodesta 1989. Nykyisin käytössämme on sekä tajuttomuuskomponentin (EEG tai herätepotentiaalit) että analgesiakomponentin (mm. SPI) mittareita, jotka ovat auttaneet ymmärtämään kliinisen anestesian luonnetta. Sekä inhalaatio- että laskimoanestesian riittävyden arvioinnissa pätevät samat lainalaisuudet. Anestesian hypnoottista komponenttia voidaan mitata EEG-indeksillä ja analgeettista komponenttia hemodynamiikan perusteella, ja nyttemmin myös numeerisella ”kipuindeksillä”. Kun ymmärretään eri anestesia-aineiden keskinäiset erityispiirteet ja monitoroinnin tarve, voidaan lääkeaineryhmästä riippumatta aikaansaada turvallinen anestesia, jonka laatuun kaikki osapuolet – potilas, leikkausryhmä ja anestesiaryhmä, ehkä jopa sairaalan hallinto – ovat varauksettoman tyytyväisiä.