



Näyttöön perustuva toiminta potilaan  
anestesian syvyyden tarkkailussa  
yleisanestesian aikana

Hoitotyön koulutusohjelma,  
sairaanhoitaja  
Opinnäytetyö  
30.9.2009

---

Timo Astikainen  
Juhana Haavisto

Koulutusohjelma		Suuntautumisvaihtoehto	
Hoitotyön koulutusohjelma		Sairaanhoitaja AMK	
Tekijä/Tekijät			
Timo Astikainen ja Juhana Haavisto			
Työn nimi			
Näyttöön perustuva toiminta potilaan anestesian syvyyden tarkkailussa yleisanestesian aikana			
Työn laji		Aika	Sivumäärä
Opinnäytetyö		Syksy 2009	38 + Liitteet 7
TIIVISTELMÄ			
<p>Anestesiahoitajan näyttöön perustuvaan toimintaan vaikuttavat tieteellinen tieto, hoitajan asiantuntijuus ja kokemusperäinen tieto, toimintaympäristön mahdollistamat resurssit sekä asiakkaan tarpeet. Hoitotieteellisen tiedon vähäisyys aiheesta johtaa siihen, että asiantuntijuus, kokemusperäinen tieto sekä toimintaympäristön vaikutus korostuvat hoitajan toiminnassa. Näyttöön perustuva toiminta edellyttää myös hoitohenkilökunnalta myönteistä asennetta uuden tiedon hankkimiseen.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata näyttöön perustuvaa toimintaa potilaan anestesian syvyyden tarkkailussa yleisanestesian aikana ja tavoitteena on hyödyntää saatua tietoa hoito-henkilökunnan näyttöön perustuvan toiminnan vahvistamisessa. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Aineisto muodostui tieteellisistä tutkimuksista, artikkeleista ja väitöskirjoista, sekä tutkimustietoa kokoavista kirjallisuuskatsauksista. Kriteereinä aineiston valinnassa oli aineiston tuoreus ja relevanssi. Aineisto kerättiin lääketieteellisistä- ja hoitotieteellisistä tietokannoista ja lisäksi aineistoa kerättiin hakukoneella, käsin hakemalla, lähdeluetteloista sekä sattumalöydöksinä. Aineisto analysoitiin kvalitatiivista sisällönanalyysiä soveltaen.</p> <p>Anestesiassa käytetään erilaisia lääkeaineita vaikuttamaan eri anestesian komponentteihin eli tiedottomuuteen/hypnoosiin, kivuttomuuteen ja lihasrelaksaatioon. Anestesia-aineiden ominaisuuksien ja vaikutusten tunteminen on oleellinen osa anestesian syvyyden mittareiden tulkintaa. Perinteisesti anestesia-aineiden vaikutusta potilaaseen on mitattu tarkkailemalla fysiologisia vasteita. Viime aikoina on painotettu elektroenkefalografiaan (EEG) eli aivosähkökäyrään perustuvien menetelmien tutkimusta ja käyttöä anestesian syvyyden tarkkailussa. Yleisimpiä EEG:aan perustuvia menetelmiä ovat BIS<sup>TM</sup>, Entropia, ja Auditiviset herätevasteet. Anestesian aikaisen lihasrelaksaation seurantaan on myös kehitetty erilaisia neuromuskulaarisia mittareita, jotka perustuvat Train-Of-Four -menetelmään.</p> <p>Sopivan anestesian syvyyden saavuttamiseen ja ylläpitoon vaikuttavat potilaan henkilökohtaiset ominaisuudet, anesteettien annostelu sekä leikkaustyyppi. Sopivan anestesian syvyyden luotettava mittaaminen on edelleen vaikeaa, koska anestesia-aineiden vaikutuksia tunnetaan edelleen melko huonosti. Tutkimustulosten ja kehitystyön perusteella on kuitenkin määritelty tiettyjä suosituksia ja mittareiden kohdearvoja, joiden mukaan anestesian syvyyttä pyritään ylläpitämään sopivalla tasolla. Vaikka anestesian syvyyden tarkkailuun käytettäviä menetelmiä on kehitetty viime vuosina runsaasti, mikään menetelmä ei ole osoittautunut täysin luotettavaksi, eikä anestesian aikaista hereilläoloa ole pystytty täysin poistamaan. Anestesian aikaiset riskit ovat kuitenkin vähentyneet ja EEG:aan perustuvat menetelmät ovat vähentäneet joidenkin anestesia-aineiden käytön tarvetta ja nopeuttaneet anestesiasta heräämistä ja toipumista.</p>			
Avainsanat			
yleisanestesia, anestesian syvyys, tarkkailu, näyttöön perustuva toiminta			

Degree Programme in		Degree	
Nursing and Health Care		Bachelor of Health Care	
Author/Authors			
Timo Astikainen and Juhana Haavisto			
Title			
Evidence-Based Practice in Depth-Of-Anesthesia Monitoring During General Anesthesia			
Type of Work	Date	Pages	
Final Project	Autumn 2009	38 + 7 appendices	
<p>ABSTRACT</p> <p>Nurse anaesthetist's evidence-based practice is based on scientific knowledge, nurses expertise and empirical knowledge, operational environments resources and patients special needs. Because of the lack of nursing scientific research of the subject, expertise, empirical knowledge and operational environment are emphasized in nurses practice. Evidence-based practice requires positive attitude to acquiring new knowledge.</p> <p>The purpose of this final project was to describe evidence-based practice in depth-of-anaesthesia monitoring during general anaesthesia and the aim is to utilize gathered information in strengthening evidence-based practice among nursing staff. Final project was carried out and the information was gathered adapting the methods of literature review. The information was gathered from medical and nursing science databases, search engines, lists of references and by chance findings.</p> <p>Many different anaesthetic agents are used to produce different components of anaesthesia: hypnosis, analgesia and muscle relaxation. Also different methods have been developed to measure these components. Traditionally the anesthetic depth has been monitored by the hemodynamic responses, movement and respiratory functions. These measures are not reliable and therefore the emphasis of the studies and development has been on EEG -based methods. Most commonly used methods are BIS™, Entropy and Auditory Evoked Potentials. Different methods have also been developed for monitoring neuromuscular block. Achieving and maintaining adequate level of anaesthesia depends on patient characteristics and risk factors, patient-specific affect and dose of anaesthetic agents and the type of surgical operation. Based on different studies and development work different guidelines have been defined for depth-of-anaesthesia monitors used to maintain adequate level of anaesthesia.</p> <p>Although methods of depth-of-anaesthesia monitoring have been developed a lot in recent years, none of the methods have proven to be completely reliable and awareness during anaesthesia still occurs. Risks during anaesthesia have been reduced. EEG -based methods have reduced the use of some anaesthetic agents and hastened recovery from anaesthesia.</p>			
Keywords			
general anesthesia, depth-of-anesthesia, monitoring, evidence-based practice			

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 NÄYTTÖÖN PERUSTUVA TIETO JA TOIMINTA	2
3 YLEISANESTESIA JA ANESTESIAN SYVYYDEN TARKKAILU	4
4 YLEISANESTESIASSA KÄYTETTÄVÄT AINEET	5
4.1. Hypnootit	5
4.2 Inhalaatioanesteetit	6
4.3 Analgeetit	7
4.4 Lihaskrelaksantit	8
4.5 Bentsodiatsepiinit	9
5 TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	9
6 AINEISTON KERUU	10
7 AINEISTON ANALYSOINTI	11
8 TULOKSET	11
8.1 Anestesian syvyyden tarkkailun menetelmät	12
8.1.1 Fysiologiset muutokset	13
8.1.2 Elektroencefalografiaan perustuvat menetelmät	13
8.1.2.1 BIS™	14
8.1.2.2 Entropia	14
8.1.2.3 Auditiviset heräteasteet	14
8.1.3 Neuromuskulaariset menetelmät	15
8.2 Menetelmien käyttö	18
8.2.1 Tajunnan tason esittäminen	18
8.2.2 Anestesian syvyyden tavoitearvot	18
8.2.3 Sensoreiden oikeaoppinen asettaminen	19
8.3 Näyttöön perustuvan tiedonhyödyntäminen sopivan anestesian ylläpidossa	22
8.3.1 Anestesian ylläpitoon vaikuttavia tekijöitä	22
8.3.2 Anestesian syvyyden hallinta	22
8.3.3 Autonomisen hermoston vasteet kivun merkkeinä	23
8.3.4 Anesteettien vaikutukset anestesian syvyyden arviointiin	23
8.3.5 Anestesian syvyyden muutosten seuranta	24
8.3.6 Erityistilanteita anestesian syvyyden tarkkailussa	25
8.3.7 Anestesian syvyyden arviointiin vaikuttavia häiriötekijöitä	25
8.4 Anestesian syvyyden tarkkailumenetelmien hyödyt ja heikkoudet	26
9 POHDINTA	27
10 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS JA EETTISYYS	31
LÄHTEET	34
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on osa ”Näyttöön perustuvan hoitotyön osaamisen vahvistaminen työelämässä” -projektia. Projektin tarkoituksena on selvittää hoitohenkilökunnan näyttöön perustuvaa hoitotyön osaamista sekä näyttöön perustuvan hoitotyön edistäviä ja estäviä tekijöitä. Lisäksi tarkoituksena on kehittää näyttöön perustuva hoitotyön toimintamalli. Projektin päätavoitteena on vahvistaa hoitohenkilökunnan näyttöön perustuvaa toimintaa ja näin kehittää hoitotyön laatua ja vaikuttavuutta käytännön toiminnassa. Toisena tavoitteena on vahvistaa hoitohenkilökunnan tutkimus, kehittämis- ja projektitaitoja käytännön hoitotyössä. Kolmantena tavoitteena on tuottaa sekä kansallisesti että kansainvälisesti hyödynnettävää tietoa käytännön työelämään ja koulutukseen julkaisemalla raportteja sekä tieteellisiä artikkeleita näyttöön perustuvasta hoitotyöstä.

Opinnäytetyön aiheena on ”Näyttöön perustuva toiminta potilaan anestesian syvyyden tarkkailussa yleisanestesian aikana”. Anestesian syvyyden tarkkailuun liittyviä tutkimuksia on tehty viime aikoina runsaasti (Luginbühl - Wütrich - Petersen-Felix - Zbinden - Shnider 2003; Anderson - Jakobsson 2004; Seitsonen 2007; Orser - Mazer - Baker 2008; Avidan ym. 2008). Opinnäytetyö kokoaa yhteen viimeaikaiset aiheeseen liittyvät tutkimustulokset.

Aiheena olevaa anestesian syvyyden tarkkailua ja erityisesti EEG:n eli elektroenkefalografian eri osa-alueiden soveltuvuutta tarkkailuun on tutkittu viime vuosina kohtalaisen paljon. Aihe on ajankohtainen, ja se on yleinen myös käytännön työssä, joten anestesiahoitajan tulisi hallita eri tarkkailumenetelmistä ja niiden käytöstä oleva uusin tutkittu tieto. Varsinkin Suomessa anestesiahoitaja vastaa yksin lähes koko anestesian aikaisesta tarkkailusta ja anestesian toteutuksesta. Vain erikoistilanteissa tai hätätilanteissa anestesia-erikoislääkäri kutsutaan paikalle. Anestesiahoitajan pitää osata tulkita tarkkailumenetelmiä siten, että hän tunnistaa tilanteet, joissa lääkäriä tarvitaan. Anestesiahoitajan tulee hoitotieteellisen tiedon lisäksi hallita myös lääketieteellistä tietoa toteuttaakseen hyvää anestesiaa ja anestesian syvyyden tarkkailua. Siksi tällaiselle kirjallisuuskatsaukselle on varmasti tarvetta. Aiheesta tehdyt tutkimukset ovat pääasiassa lääketieteellisiä, eikä hoitotieteellisiä tutkimuksia juurikaan ole. Alan lehdissä on kirjoitettu muutamia artikkeleita hoitotyön näkökulmasta. Hoitotyön kannalta aihe on tärkeä, koska tutkittua tietoa hoitotyön näkökulmasta on erittäin vähän. Jos hoitotieteellistä tutkimusta aiheesta olisi

enemmän, olisi uusinta ja ajantasaisinta tietoa helpompi viedä käytännön työhön. Tässä opinnäytetyössä pyritään kokoamaan tietoa ja esittämään tutkimustulokset siten, että tieto on helposti hoitotyöhön sovellettavissa ja että hoitohenkilökunta pystyy hyödyntämään tietoa omassa näyttöön perustuvassa toiminnassaan.

Yhdistelmäanestesian osatekijät eli uni, kivuttomuus ja lihasrelaksaatio ja niihin vaikuttaminen tulee ymmärtää erillisinä ilmiöinä, vaikka niihin vaikutetaan usein rinnakkain. Anestesian ylläpidossa on pyrkimys päästä tasapainoon näiden osatekijöiden kesken. Ongelmana anestesian ylläpidossa on ollut se, että anestesian aikaista hereilläoloa ei ole pystytty täysin eliminoimaan (Lukkari - Kinnunen - Korte 2007: 321). Anestesiahoitajan tulee hallita anestesiassa käytettävät lääkeaineet ja tuntee niiden vaikutukset tarkkailuviin vasteisiin ja mittareihin, jotta hän pystyy toteuttamaan mahdollisimman turvallista anestesiaa.

Työn tarkoitus on kuvata näyttöön perustuvaa toimintaa potilaan anestesian syvyyden tarkkailussa yleisanestesian aikana ja tavoitteenamme on hyödyntää saatua tietoa hoitohenkilökunnan näyttöön perustuvan toiminnan vahvistamisessa. Opinnäytetyöhön liittyviä keskeisiä käsitteitä ovat näyttöön perustuva tieto, näyttöön perustuva toiminta, yleisanestesia ja anestesian syvyys.

## 2 NÄYTTÖÖN PERUSTUVA TIETO JA TOIMINTA

Näyttöön perustuvalla hoitotyöllä (evidence-based nursing) tarkoitetaan parhaan ajan tasalla olevan tiedon huolellista arviointia ja harkittua käyttöä yksittäisen potilaan, potilasryhmien tai koko väestön terveyttä koskevassa päätöksenteossa ja hoitotoiminnassa. Päätökset koostuvat neljästä ulottuvuudesta, jotka ovat tieteellisten tutkimusten antama näyttö, hoitotyön asiantuntijuus ja potilaan tieto ja taito sekä käytettävissä olevat resurssit. (Häggman-Laitila 2009: 4.) Näyttöön perustuvassa hoitotyössä tutkitun tiedon hyödyntäminen on keskeistä, mutta se ei yksin riitä hoitotyön päätöksenteossa (Sarajarvi - Markkanen 2009: 11). Parhaimmillaan näyttöön perustuvassa päätöksenteossa ja toiminnassa yhdistyvät paras saatavilla oleva näyttö (esimerkiksi tutkimustieto, tieto asiakkaan tarpeista, toiveista ja mieltymyksistä), hoitotyöntekijän tiedot ja taidot sekä organisaation voimavarat eheäksi kokonaisuudeksi (Kylmä - Hakulinen - Pelkonen 2004:

251). Hoitotieteellisen tutkimustiedon hyödyntäminen kliinisessä päätöksenteossa on kuitenkin vielä selvästi kokemukseräistä tietoa vähäisempää (Häggman-Laitila 2009: 4). Näyttöön perustuva toiminta voidaan jakaa tieteellisesti havaittuun tutkimusnäyttöön, hyväksi havaittuun toimintanäyttöön ja kokemukseen perustuvaan näyttöön (Leino-Kilpi - Lauri 2003: 7). Näyttöön perustuva toiminta edellyttää monenlaista tietoa terveydestä, sairauksista ja hoidosta, mutta näyttöön perustuva toiminta ei ole pelkästään tutkimustiedon soveltamista käytäntöön. Näyttö voi perustua myös seuranta- ja arviointitietoon sekä asiantuntijoiden konsensukseen. (Kylmä - Hakulinen - Pelkonen 2004: 250-251.)

Edellytyksenä näyttöön perustuvan hoitotyön lisääntymiselle käytännössä on käytännön hoitotyöhön sovellettavan ja tarkoituksenmukaisen tutkimustiedon lisääminen. Tutkituun tietoon, hoitotyöntekijöihin ja johtamiseen, organisaation valmiuksiin ja vertaistukseen sekä moniammatilliseen yhteistyöhön liittyvien tekijöiden huomiointi, arviointi ja niihin liittyvät kehitystoimet lisäävät myös näyttöön perustuvaa hoitotyötä käytännössä. Koko henkilöstön ja eri organisaatiotasojen sitouttaminen ja osallistaminen, muutoksen johtamisen taidot ja hyvä implementointiprosessin hallinta ovat myös tärkeitä elementtejä näyttöön perustuvan hoitotyön lisääntymisessä käytännön hoitotyössä. (Häggman-Laitila 2009: 12.)

Opinnäytetyössä käsitellään näyttöön perustuvaa toimintaa, joka perustuu sekä lääketieteellisen että hoitotieteellisen tiedon perusteella tapahtuvaan toimintaan. Anestesiahoitaja tarvitsee anestesian syvyyden tarkkailussa sekä hoitotieteellistä, että lääketieteellistä tietoa. Anestesiahoitajan tulisi kliinisen työnsä tueksi etsiä uusinta ja parasta saatavilla olevaa tietoa anestesian syvyyden tarkkailusta ja arvioida tietoa kriittisesti sen käytännön hyödyllisyyden kannalta ja peilata uutta tietoa jo olemassa oleviin käytänteisiin. Anestesiahoitajan tulee myös hyödyntää toiminnassaan hyväksi havaittua kokemukseräistä tietoa, joka pohjautuu olemassa oleviin käytänteisiin eri tilanteissa. Eri potilaiden tarpeiden huomioon ottaminen ilmenee anestesiahoitajan työssä esimerkiksi sopivan anestesia-aineen annostelun ja erityisryhmien, kuten aivovammapotilaiden, tarpeiden tiedostamisen myötä. Työyksikön toimintaohjeet säätelevät osaltaan anestesiahoitajan toimintaa. Näiden ohjeiden tulisi perustua näyttöön perustuvaan tietoon, jotta koko työyhteisössä toimittaisiin parhaan ajan tasalla olevan tiedon mukaisesti.

### 3 YLEISANESTESIA JA ANESTESIAN SYVYYDEN TARKKAILU

Anestesia tarkoittaa tunnottomuutta, puutumusta, puudutusta, nukutusta tai narkoosia (Lääketieteen sanasto 2008: s.v. anestesia). Yleisanestesia, anaesthesia generalis on yleisanestesia-aineilla eli yleisanesteeteilla aikaansaattava tila, jossa aivojen toiminta on tilapäisesti häiriintynyt siten, että ärsykkeet (esim. leikkaus) eivät aiheuta kipua tai muita haitallisia vasteita (Lääketieteen termit 2009: s.v. yleisanestesia). Niin sanotun yhdistelmäänestesian ja anestesian syvyyden osatekijät ovat uni, kivuttomuus ja lihasrelaksaatio. Tavoitteena on aiheuttaa turvallisesti potilaan tajuttomuus, kivuttomuus ja muistitoimintojen lamaantuminen sekä hyvät leikkausolosuhteet siten, etteivät liikkumisyritykset tai lihasjänteys haittaa leikkausta. Nukutuksen aikaista tiedottomuuden syvyyden ja riittävyden tilaa voidaan mitata aivosähkökäyrään (EEG) perustuvilla menetelmillä, esimerkiksi BIS-monitoroinnilla tai entropiamonitoroinnilla. (Lukkari - Kinnunen - Korte 2007: 320-322.) Tässä opinnäytetyössä käsitellään pelkästään yleisanestesiassa tapahtuvaa anestesian syvyyden tarkkailua ja pyritään ottamaan huomioon mahdollisimman monet anestesiassa käytettävät aineet ja menetelmät, jotka on todettu käyttökelpoisiksi.

Nukutuksen syvyyden ja kivun tarkkailu ovat keskeisiä asioita yhdistelmäänestesian osatekijöiden tarkkailussa. Näitä osatekijöitä voidaan tarkkailla kliinisiä vasteita eli esimerkiksi verenpaineen nousua tai muutoksia sydämen sykkeessä havainnoimalla, sekä suoraan mittaamalla esimerkiksi aivosähkökäyrää. Nukutetun potilaan kipua ei voida vielä mitata erillisellä laitteella, mutta uniosatekijän mittaamiseen voidaan käyttää anestesia-syvyyden tai anestesian riittävyden monitoria. Lisäksi lihasrelaksaation tasoa voidaan mitata erillisellä laitteella. Jos anestesian syvyyden monitoria ei ole käytössä, seurataan unen ja kivunhoidon optimaalisuutta vitaalielintoimintojen ja kehon ulkoisten merkkien avulla. Anestesia-sairaanhoitaja arvioi nukutuksen ylläpidon aikana milloin inhalaatioanesteetin pitoisuutta hengityskaasuissa säädetään, milloin laskimoanesteettia annetaan boluksena laskimoon tai sen annostusta säädetään, jos käytetään jatkuvaa infuusiota ja milloin analgeetin tai lihasrelaksantin ylläpitoannos on tarkoituksenmukainen. (Lukkari - Kinnunen - Korte 2007: 320-321).

## 4 YLEISANESTESIASSA KÄYTETTÄVÄT AINEET

Yleisanestesia-aineet ovat joko inhaloitavia tai laskimoon annettavia. Nykyään käytetään hyvin harvoin vain yhtä anestesia-ainetta. Usein saman anestesian aikana potilaalle annetaan useita anestesia-aineita, jotta voitaisiin painottaa jotain yleisanestesian osatekijää ja jotta sivuvaikutukset voitaisiin minimoida. Anestesia aloitetaan yleensä nopeasti vaikuttavalla aineella ja sitä ylläpidetään hitaammin ja pitempään vaikuttavalla aineella. (Kaukinen 2007a: 329.) Anestesia-aineiden vaikutuksen alkaminen ja loppuminen riippuu siitä, kuinka suuri pitoisuus anestesia-ainetta pääsee aivojen verenkiertoon eikä liukenee matkalla vereen tai muihin kudoksiin eli puhutaan anesteetin kudoveriliukoisuudesta. Mitä vähemmän anestesia-ainetta liukenee vereen, sitä nopeampi on anestesian alku. Anestesia-aineet liukenevat eri tavalla eri kudoksiin niiden koostumuksesta riippuen. Anestesiavaikutus loppuu ja anestesiasta herääminen tapahtuu silloin, kun anesteetin pitoisuus aivoissa vähenee tietyn raja-arvon alapuolelle. Inhalaatioanesteetit poistuvat elimistöstä uloshengityksen mukana. Pieniä määriä ainetta poistuu myös aineenvaihdunnan kautta, mutta sillä ei ole suurta merkitystä. Aineenvaihdunnan tuotteilla on kuitenkin merkitystä mahdollisten elinvaurioiden synnyssä. Laskimoanesteetien vaikutus häviää, kun anestesia-aine uudelleenjakautuu aivoista muihin kudoksiin. Laskimoanesteetit poistuvat elimistöstä aineenvaihdunnan kautta, mikä on suhteellisen hidasta. (Kaukinen 2007a: 331-340.)

### 4.1 Hypnootit

Propofoli on yksi tavallisimmin käytetyistä hypnoottisista anestesia-aineista. Sillä voidaan tuottaa anestesian aikaista tajuttomuutta annostelusta riippuen. Propofolia käytetään suonensisäisesti anestesian aloittamiseen ja ylläpitämiseen. Sillä ei ole analgeettista ominaisuutta, joten sitä käytetään yleensä yhdessä vahvan analgeetin tai paikallispuudutuksen kanssa. Suurimmat syyt propofolin yleiseen käyttöön ovat sen farmakokineettiset ja farmakodynaamiset ominaisuudet. Propofoli uudelleenjakautuu ja poistuu nopeasti elimistöstä, mikä nopeuttaa anestesiasta heräämistä pitkienkin käyttöaikojen jälkeen verrattuna esimerkiksi barbituraatteihin tai bentsodiatsepiineihin. Haittavaikutuksina on, että propofoli aiheuttaa suoniärsytystä, hypotensiota valtimoiden vasodilataation joh-

dosta, tilapäistä hengityslamaa eli apneaa boluksenannon jälkeen ja anestesian induktion aikaista hikkaa. (Kaukinen 2007a: 340.)

Ketamiini on nopeavaikutteinen, hypnoottinen anesteetti, joka ei ole barbituraattijohdannainen. Sillä on ainutlaatuinen dissosioiva eli muistitoimintoja hajoittava vaikutus aivoissa ja se tuottaa tajuttomuuden ja suhteellisen vahvan analgeettisen vaikutuksen. Ketamiini ylläpitää kardiovaskulaarista ja hengityselinten vakautta. Se nostaa verenpainetta ja sydämen sykettä ja potilas pystyy hengittämään spontaanisti. Haittapuolena ketamiinissa on sen tuottamat hallusinaatiot, jotka voivat olla pelottavia. (Kaukinen 2007a: 339-340.)

Tiopentaali on barbituurihapon johdos, joka vaikuttaa GABA-reseptorikompleksin kautta. GABA on inhibitorinen välittäjäaine hermostossa. Tiopentaali annetaan laskimoon, jolloin se jakautuu verenkierron mukana elimistöön, aluksi niihin elimiin, joiden verenvirtaus on suurinta. Näin aivot saavat nopeasti suuren pitoisuuden ainetta ja seuraa nopea anestesian alku. Tämä tarkoittaa myös sitä, että esimerkiksi obeeseille potilaille ei tarvitse antaa ainetta painon mukaisesti, vaan normaaliannos riittää, koska ainetta menee vain vähän rasvakudokseen. Potilaan herääminen anestesiasta johtuu tiopentaalia käytettäessä siitä, että tiopentaalin pitoisuus aivoissa vähenee aineen uudelleen jakautuessa elimistössä. Tiopentaalin poistuminen elimistöstä on suhteellisen hidasta ja se perustuu maksassa tapahtuvaan hajoamiseen. Tiopentaalilla on useita haittavaikutuksia. Ohimenevä hengityspysähdys on mahdollinen nopean lääkkeenannon yhteydessä. Potilas saattaa reagoida kipuärsykkeeseen unen aikana, koska tiopentaali on heikko analgeetti ja enemmänkin hypnootti. Tiopentaali lamaa sydämen toimintaa ja verenkiertoa pienentämällä sydämen minuuttivirtausta ja laajentamalla verisuonia, mistä seuraa verenpaineen lasku. Huonokuntoisille potilaille tiopentaalia on annosteltava varovasti. Tiopentaalianestesia vähentää voimakkaasti aivojen hapenkulutusta ja sitä onkin käytetty silloin kun aivojen hapensaanti on uhattu. (Kaukinen 2007a: 338-339.)

#### 4.2 Inhalaatioanesteetit

Typpioksiduuli eli ilokaasu on ainoa Suomessa nykyään käytössä oleva kaasumainen anestesia-aine. Se on heikko anesteetti, mikä tarkoittaa sitä, että pelkästään sillä harvoin saavutetaan kirurgista anestesiaa, koska hengityskaasun täytyy sisältää myös happea. Tavallisesti sitä käytetään leikkauksissa lisänä vähentämään muiden anestesia-aineiden

tarvetta. Typpioksiduulin vähäisen veriliukoisuuden (aine liukenee huonosti vereen) takia anestesia alkaa nopeasti muutamassa minuutissa. Typpioksiduulilla ei ole voimakkaita sivuvaikutuksia. Sydämen toimintaa lamaavan vaikutuksen takia sitä kuitenkin varotaan antamasta sydäntautipotilaille. (Kaukinen 2007a: 333.)

Sevofluraani on fluorigoitua inhalaatioanestesia-ainetta. Se liukenee huonosti vereen, joten sillä saadaan erittäin nopea anestesian alku ja lopetus. Elimistössä sevofluraanista metaboloituu noin 3 prosenttia. Metaboliatuotteiden ei ole havaittu aiheuttaneen haittavaikutuksia. Sevofluraani ei ärsytä hengitysteitä ja sillä saadaan aikaan miellyttävä anestesian aloitus. Sevofluraani aiheuttaa sydämen toiminnan ja verenkierron lievän laman, joka kuitenkin on hyvin hallittavissa. Tähänastisessa käytössä sevofluraanin ei ole havaittu aiheuttaneen vakavia sivuvaikutuksia muissakaan elimissä. (Kaukinen 2007a: 336.)

Isofluraani on halogenoitu eetteri. Sen metaboloituminen elimistössä on hyvin vähäistä, eivätkä sen hajoamistuotteet ole vaarallisia elimistölle. Isofluraanin vaikutus alkaa ja loppuu hyvin nopeasti. Kuten muutkin inhalaatioanesteetit, myös isofluraani lamaa hengitystä jonkin verran. Myös sydämen toiminta ja verenkierto lamautuu, jolloin verisuonien laajenemisesta johtuen verenpaine laskee ja sydämen lyöntitiheys hidastuu. (Kaukinen 2007a: 335.)

Desfluraani liukenee huonosti vereen, mistä seuraa erittäin nopea anestesian induktio, tarkka anestesian syvyyden säädeltävyys sisäänhengityskaasun desfluraanipitoisuuden avulla ja nopea herääminen. Desfluraanin ominaisuuksiin kuuluu pistävä haju, mikä hankaloittaa sen käyttöä etenkin lapsipotilaille. Desfluraani ei juurikaan metaboloitu, eikä sen ole havaittu aiheuttavan sivuvaikutuksia. Desfluraanianestesian alussa voi esiintyä hengitysteiden ärsytystä ja yskimistä, jos sisäänhengityskaasun desfluraanipitoisuus on yli 6 prosenttia. Lisäksi suurilla desfluraanipitoisuuksilla anestesiaa aloitettaessa voi esiintyä sydämen lyöntitiheyden kasvua ja verenpaineen nousua, vaikka normaalisti desfluraani laskee verenpainetta, kuten muutkin inhalaatioanesteetit. (Kaukinen 2007a: 335.)

#### 4.3 Analgeetit

Fentanyylillä (Fentanyl®) ja sen johdannaisilla alfentaniilillä (Rapifen®), remifentaniilillä (Ultiva®) ja sufentaniilillä (Sufenta®, Sufentanil®) on lyhyt vaikutusaika ja verrat-

tain vähäisiä vaikutuksia verenkiertoon. Tästä syystä ne sopivat hyvin käytettäväksi leikkauksen aikana ja varsinkin paljon opioideja sisältävässä anestesiassa. (Kalso 2007: 356.)

#### 4.4 Lihasselaksantit

Lihasselaksantit jaetaan depolarisoiviin ja nondepolarisoiviin. Ne aiheuttavat lihasrelaksaation estämällä hermo-lihasliitoksen toimintaa eri tavoin ja ovat vesiliukoisia. Nondepolarisoivia lihasrelaksantteja ovat mivakuuri (Mivacron®), pankuroni (Pavulon®), rokuroni (Esmeron®), sisatrakuuri (Nimbex®) ja vekuroni (Norcuron®). Depolarisoivista relaksanteista on tällä hetkellä käytössä vain suksametoni (Sukolin®). Depolarisoivan lihasrelaksantin vaikutus alkaa nopeasti ja se on huomattavissa lihasten värinästä eli niin sanottuna faskikulaationa. Nämä lihassupistukset saattavat olla niin voimakkaita, että niistä seuraa lihaskipuja. Lisäksi ne vapauttavat kaliumia, joskus jopa vaarallisen paljon. Nondepolarisoivissa relaksanteissa tällaista vaikutusta ei ole ja niiden vaikutus alkaa hitaammin ja kestää pidempään. (Kaukinen 2007b: 214-220.)

Nondepolarisoivien lihasrelaksanttien vaikutus on kumottavissa lisäämällä asetyyliholiinin määrää hermo-lihasliitoksen synapsiraossa esimerkiksi neostigmiinillä. Depolarisaation salpausta ei voi kumota, vaan se häviää lääkeaineen metaboloituttua. (Kaukinen 2007b: 215-216.)

Useat lihasrelaksantit vapauttavat histamiinia. Tästä johtuen niiden haittavaikutuksia on tyypillisesti ihon punoitus, verenpaineen lasku, keuhkoputkien supistuminen ja lisääntynyt syljen erityis. Histamiinille yliherkillä potilailla on myös anafylaktisen reaktion tai sokin mahdollisuus. Lisäksi lihasrelaksantit saattavat aiheuttaa takykardiaa, etenkin pankuroni, tai alistaa sydämen rytmihäiriöille. Suksametoni puolestaan hidastaa sydämen sykettä. Depolarisoivilla lihasrelaksanteilla on edellisten haittavaikutusten lisäksi myös joitakin niille tyypillisiä haittavaikutuksia. Kuten jo aikaisemmin mainittu, depolarisoivien lihasrelaksanttien käytössä vapautuu kaliumia, mistä normaalissa tilanteessa ei ole haittaa, mutta esimerkiksi hermo-lihassairauksia sairastavilla sekä palo-, ruhje- ja hermovammojen yhteydessä saattaa syntyä jopa kuolemaan johtava hyperkalemia. Myös uremiassa, jossa plasman kaliumpitoisuus on suurentunut, saattaa esiintyä komplikaatioita. Depolarisoivat lihasrelaksantit aiheuttavat myös silmänpaineen kohoamista. Depolarisoiva lihasrelaksantti voi lihassupistuksia aiheuttaessaan myös erittäin harvoin

laukaista niin sanotun malignin hypertermiareaktion, johon liittyy voimakas lämpötilan kohoaminen, lihaskouristukset ja usein kuolemaan johtava metabolinen tapahtumasarja. (Kaukinen 2007b: 216-218.)

#### 4.5 Bentsodiatsepiinit

Yleisanestesian yhteydessä voidaan käyttää myös bentsodiatsepiineja, erityisesti diatsepaamia ja midatsolaamia (Kaukinen 2007a: 337). Bentsodiatsepiinien vaikutukset kohdistuvat lähes pelkästään keskushermostoon ja niillä on anestesiassa hypnoottinen ja lihaksia relaksoiva vaikutus. Bentsodiatsepiineilla on verenkiertoa ja hengityselimistöä lamaavia vaikutuksia vain suurilla annoksilla. Tyypillisenä erona esimerkiksi barbituraatteihin on se, että bentsodiatsepiinit eivät yksinään käytettynä yleensä aiheuta hengityksen lamaantumista, koomaa tai yleisanestesiaa kuten barbituraatit. Kuitenkin käytännössä muiden aineiden kanssa käytettynä ne lamaavat hengitystä. Bentsodiatsepiinit vaikuttavat relaksoivasti poikkijuovaiseen lihakseen. Vaikutus perustuu selkäytimen ja aivorungon interneuronien estoon mutta lihasrelaksaatiossa lienee oleellinen osuus on myös sedaatiolla. Sivuvaikutuksina voidaan mainita, että ne voimistavat esimerkiksi barbituraattien lamaavia vaikutuksia ja etenkin diatsepaamin nopea anto laskimoon voi lamata hengitystä. (Syvälahti - Hietala 2007: 390-392.)

## 5 TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Työn tarkoitus on kuvata näyttöön perustuvaa toimintaa potilaan anestesian syvyyden tarkkailussa yleisanestesian aikana ja tavoitteenamme on hyödyntää saatua tietoa hoitohenkilökunnan näyttöön perustuvan toiminnan vahvistamisessa.

Tutkimuskysymykset ovat

1. Mitä menetelmiä käytetään anestesian syvyyden tarkkailussa?
2. Miten menetelmiä käytetään anestesian syvyyden tarkkailussa yleisanestesian aikana?
3. Miten näyttöön perustuvaa tietoa hyödynnetään sopivan anestesian syvyyden ylläpidossa?
4. Mitkä ovat anestesian syvyyden tarkkailun hyödyt ja heikkoudet?

## 6 AINEISTON KERUU

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuskatsaus on saanut huomiota näyttöön perustuvan toiminnan myötä ja se nähdään yhtenä mahdollisuutena löytää tutkimustuloksia, jotka ovat korkealaatuisesti tutkittuja. Kirjallisuuskatsaus on sekundaaritutkimus olemassa oleviin tarkasti rajattuihin ja valikoituihin tutkimuksiin. (Johansson 2007: 4) Kirjallisuuskatsauksen avulla on mahdollista hahmottaa olemassa olevan tutkimuksen kokonaisuutta. Kokoamalla tiettyyn aiheeseen liittyviä tutkimuksia yhteen saadaan kuvaa muun muassa siitä, miten paljon tutkimustietoa on olemassa ja millaista tutkimus sisällöllisesti ja menetelmällisesti pääsääntöisesti on. (Johansson 2007:3) Kirjallisuuskatsauksen tekoon tarvitaan vähintään kaksi henkilöä, jotta olemassa olevien tutkimusten valinnan ja käsittelyn voidaan katsoa olevan pitävän (Johansson 2007: 6.)

Aineisto muodostui tieteellisistä tutkimuksista ja artikkeleista. Aineiston valintakriteerijä olivat aineiston tuoreus eli tutkimus oli tehty 2000-luvulla ja relevanssi eli tutkimukset liittyivät anestesian syvyyden tarkkailun menetelmiin ja menetelmien hyödyntämiseen aikuispotilaan yleisanestesiassa ja sisälsivät tietoa liittyen tutkimuskysymyksiin. Kielirajausta tutkimuksissa ei ollut, mutta tutkimuksia löytyi vain suomeksi ja englanniksi. Tutkimuksia olisi suositeltavaa etsiä myös muilla kielillä kuin englanniksi, koska pelkkää englantia käytettäessä voi syntyä ns. kieliharha (Pudas-Tähkä - Axelin 2007: 53). Aineiston keruu tapahtui lääketieteellisistä- ja hoitotieteellisistä tietokannoista: Nelli, joka hakee Cochrane, PubMed, Cinahl -tietokannoista sekä Medic ja Linda. Lisäksi hakuja tehtiin Google Scholar -hakukoneella. Monia tutkimuksia löytyi myös käsin hakemalla, muiden tutkimusten lähdeluetteloista ja sattumalöydöksinä. Opinnäytetyössä käytettävien tutkimusten valintaprosessi eteni siten, että ensin tutkimuksia valittiin hakutuloksista otsikon perusteella, sitten karsittiin tiivistelmien perusteella ja lopuksi artikkelit luettiin kokonaan ja päätettiin sisällytetäänkö ne aineistoon.

Aluksi koehakuja tehtiin erilaisilla hakusanoilla, joista lopullisiksi hakusanoiksi valikoituivat seuraavat yhdistelmät: ”Perioperative nursing” ja ”depth of anesthesia”, ”Monitor?” ja ”depth of anesthesia”, ”Aneste?” ja ”syvyys”, ”Depth of anesthesia” ja ”nursing”, ”Nurse” ja ”anaesthesist”, ”Intraoperative nursing” ja ”depth of anesthesia”, ”Anest?” ja ”riittävyys”, ”Anest?” ja ”adequacy”, ”Auditory evoked potentials anesthesia”, ”Spectral entropy”, ”State entropy”, ”Neuromuscular monitoring”. Jos jollain ha-

kusanalla tuli osumia erittäin runsaasti, luettiin tuloksista vain ensimmäiset 50 otsikkoa, jotka oli lajiteltu relevanssin tai ajan mukaan, jos tällainen toiminto hakukoneesta löytyi. Tarkennettu kuvaus hakuhistoriasta löytyy liitteenä (liite 1).

## 7 AINEISTON ANALYSOINTI

Sisällönanalyysillä tarkoitetaan kerätyn tietoa-aineiston tiivistämistä niin, että tutkittavia ilmiöitä voidaan lyhyesti ja yleistävästi kuvailla tai että tutkittavien ilmiöiden väliset suhteet saadaan selkeinä esille. Sisällönanalyysi on menetelmä, jonka avulla voidaan tehdä havaintoja dokumenteista ja analysoida niitä systemaattisesti. Dokumenttien sisältöä kuvataan tai selitetään sellaisenaan. Analysoitava informaatio voi olla laadullista tai määrällistä. Laadullisella informaatiolla tarkoitetaan esimerkiksi kirjoja, artikkeleita ja raportteja. Tekstin sanat tai muut yksiköt luokitellaan samaan luokkaan merkityksen perusteella. Käsitteiden samanlaisuus riippuu tukimuksen tarkoituksesta, niin että voidaan yhdistää samaa tarkoittavia sisältöjä. Induktiivisessa sisällönanalyysissä siirrytään konkreettisesta aineistosta, sen käsitteelliseen kuvaukseen. (Latvala - Vanhanen-Nuutinen 2003: 23-24.)

Aineisto analysoinnissa sovellettiin induktiivista eli aineistolähtöistä sisällönanalyysia. Aineistoon sisällytettävien tutkimusten valinnan jälkeen aineistosta muodostettiin taulukko, johon pyrittiin löytämään tutkimuksista ja artikkeleista tekijät ja vuosi, tarkoitus, kohderyhmä, aineiston keruu ja analysointi, päätulokset ja opinnäytetyön kannalta huomattavat asiat. Taulukko löytyy liitteenä (liite 2). Keräsimme tutkimuksistamme erilaisia tutkimuskysymysten mukaisia pelkistettyjä ilmauksia. Tämän jälkeen pelkistetyt ilmaukset ryhmiteltiin siten, että samaa asiaa kuvaavista ilmauksista muodostui ryhmiä, joista muodostuivat alakategoriat. Nämä alakategoriat yhdisteltiin samansisältöisiin luokkiin, jolloin saatiin tutkimuskysymyksiä vastaavat yläkategoriat.

## 8 TULOKSET

Tulokset on esitetty seuraavassa edellä mainitun aineiston analyysin vaiheiden mukaisesti. Yläkategoriat on muodostettu tutkimuskysymysten perusteella ja tulokset esitetään

tutkimuskysymyksittäin. Taulukoissa on esitetty analyysin pohjalta muodostetut alakategoriat.

TAULUKKO 1 Anestesian syvyyden tarkkailun menetelmät.

ANESTESIAN SYVYYDEN TARKKAILUA KUVAAVAT MAININNAT	MAININNAT (Kuinka monessa artikkelissa mainittu)	ALAKATEGORIA	YLÄKATEGORIA
Nukutuksen syvyyden arviointi fysiologisten muutosten avulla	8	FYSIOLOGISET MUUTOKSET	ANESTESIAN SYVYYDEN TARKKAILUN MENETELMÄT
Anestesian syvyyden arviointi BIS menetelmän avulla	16	BIS	
Anestesian syvyyden arviointi Entropia laitteen avulla	11	ENTROPIA	
Anestesian syvyyden arviointi auditiivisia heräteasteita käyttäen	6	AUDITIIVISET HERÄTEASTEET	
Lihaselaksaation seuranta neuromuskulaarisia menetelmiä käyttäen	3	NEUROMUSKULAARINEN MONITOROINTI	

### 8.1 Anestesian syvyyden tarkkailun menetelmät

Perinteisesti anestesia-aineiden vaikutusta on mitattu tarkkailemalla sydämen sykettä, verenpainetta, hengitystoimintoja ja mahdollista liikehdintää. Muutokset edellä mainituissa toiminnoissa ovat kuitenkin ennemminkin anestesia-aineiden aiheuttamia sivuvaikutuksia kuin suoria merkkejä anestesian syvyydestä. Anestesian syvyys voi muuttua ja jopa anestesian aikaista hereilläoloa voi ilmetä ilman havaittavaa muutosta hengitys- ja verenkiertoelimistön toiminnassa tai liikehdinnässä. Tämän takia viimeisen vuosi-

kymmenen aikana on tehty paljon tieteellistä tutkimusta anestesian syvyyden arvioinnista aivosähkökäyrän eli elektroenkefalografian (EEG) avulla. (Bowdle 2006: 793.)

### 8.1.1 Fysiologiset muutokset

Kun anestesia on liian pinnallista, potilas voi liikkua tai voi ilmetä takykardiaa, verenpaineen nousua, hikoilua, pupillien laajenemista ja kyynelehtimistä, jotka johtuvat sympaattisen hermoston aktivoitumisesta. Liikkuminen on kuitenkin luonnollisesti mahdollista, jos lihasrelaksantteja on käytetty. Myös anestesian aikana käytetty lääkkeet voivat poistaa pinnallisen anestesian kliiniset merkit. On kehitetty pisteytysjärjestelmiä anestesian syvyyden määrittämiseksi kliinisten merkkien perusteella, mutta ne eivät ole olleet kovinkaan toimivia verrattuna muihin anestesian syvyyden tarkkailumenetelmiin. (Ranta 2002: 26.)

Hemodynaamisten muutosten tarkkailu perustuu teoriaan siitä, että potilaan hemodynaamiset vasteet ovat epäsuorasti yhteydessä tietoisuuden muutoksiin, koska ne korreloivat aivojen verenkierron kanssa. Aivojen neuronien aktiivisuudella ja paikallisella aivojen verenkierrolla on läheinen yhteys. Toisaalta hemodynaamiset vasteet eivät ole luotettava anestesian syvyyden arviointimenetelmä, koska anestesian aikana on monia muitakin tekijöitä kuin anestesia-aineet, jotka voivat vaikuttaa hemodynamiikkaan. Näitä ovat esimerkiksi kalsiumkanavan salpaajat, verivolyymi ja preoperatiivinen keuhkojen toiminta. (Sigalowsky 2003: 375.) Anestesiahoitajien kokemusten perusteella muutoksia hengitystaajuudessa, verenpaineessa ja sydämen sykkeessä sekä kyynelehtimistä ja nihkeää ihoa pidettiin kivun merkkeinä. Toisaalta anestesiahoitajat pitivät potilaan irvistyksiä, liikkumisyriksiä ja pupillien liikkeitä liian pinnallisen anestesian merkkeinä. (Warrén Stomberg ym. 2001: 433.)

### 8.1.2 Elektroenkefalografiaan perustuvat menetelmät

Seuraavassa on esitelty perustiedot kolmesta yleisimmin tutkimuksissa esiintyneestä EEG:aan perustuvasta anestesian syvyyden mittarista ja lihasrelaksaation seurantaan käytetyistä menetelmistä ja mittareista.

### 8.1.2.1 BIS™

Bispectral index™ eli BIS™ oli ensimmäinen aivosähkökäyrän tulkintaan perustuva anestesian syvyyden tulkintamenetelmä (Luginbühl ym. 2003: 165). Potilaan otsalle asetetut elektrodit mittaavat aivosähkökäyrää (Sigalowsky 2003: 375). Otsa tulisi puhdistaa alkoholilla ennen elektrodien laittoa ja elektrodeja tulisi painaa hetki, jotta varmistetaan hyvä signaalin saanti (Mashour 2006: 209). Bispectral index analysoi ja prosessoi EEG:tä, jonka jälkeen tuloksena on lukuarvo 0 - 100 (Mashour 2006: 206), joka lasketaan 2 sekunnin ajanjaksoissa (Seitsonen 2007: 35). Arvo 100 vastaa täydellistä hereilläoloa ja arvo 0 sitä, ettei aivokuorella ole sähköistä toimintaa (Seitsonen 2007: 36).

### 8.1.2.2 Entropia

EEG-signaali on epäsäännöllinen hereilläollessa ja hidastuu sekä muuttuu säännöllisemmäksi anestesian syventyessä (Bowdle 2006: 813; Yli-Hankala 2003: 430), joten eräs tapa kuvata anestesian hypnoottista osaa on EEG:n säännöllisyyden mittaaminen (Yli-Hankala 2003: 430). EEG:n entropia kuvaa epäjärjestyksen määrää signaalissa. Anestesian aikana korkea entropia liittyy hereillä oloon ja matala entropia vastaavasti syvään tajuttomuuteen. (Yli-Hankala 2003: 430) RE:n maksimi arvo on 100 ja SE:n maksimi arvo on 91. Luvut lähellä sataa tarkoittavat hereilläoloa ja lähellä nollaa erittäin ”syvää” anestesiaa. (Yli-Hankala 2003: 432-433.) Entropiamoduli tarkistaa automaattisesti, että elektrodin kosketus ihoon on tarpeeksi hyvä, että mitattava signaali on varmasti hyvänlaatuista. Lyhyen prosessointiajan jälkeen entropia-arvot alkavat näkyä monitorin näytöllä. (Vakkuri - Yli-Hankala 2004: 5).

### 8.1.2.3 Auditiiiviset heräteasteet

Auditory evoked potentials (AEP) eli auditiiiviset heräteasteet ovat pieniä muutoksia EEG:ssä, jotka johtuvat auditiiivisesta stimulaatiosta anestesian aikana. Auditiiivisillä heräteasteilla voidaan seurata anestesian syvyyttä antamalla potilaalle ääniärsykeitä EEG seurannan aikana, jolloin nämä ärsykkeet näkyvät muutoksina EEG käyrässä. (Musialowicz - Pölönen 2001: 136; Nishiyama - Hanaoka 2004: 540.)

Auditiiviset ärsykkeet luodaan ”klik” -äänistimulaatiolla 65 desibelin voimakkuudella, jotka tulevat potilaalle asetettavista kuulokkeista molempiin korviin. (Nishiyama - Hanaoka 2004: 540.) Alaris AEP™ -laite ilmoittaa auditiivisen herätevasteen indeksin samoin kuin BIS ja M-Entropy asteikolla 0-100 (Bowdle 2006: 812; Nishiyama - Hanaoka 2004: 540).

### 8.1.3 Neuromuskulaariset menetelmät

Viimeisen 20 vuoden aikana neuromuskulaarisessa tutkimuksessa on kehitetty monia uusia menetelmiä. Yleisanestesian aikana on monia tilanteita joissa lihasrelaksanttien käyttö on tärkeää ja siten myös neuromuskulaarinen monitorointi välttämätöntä. Esimerkiksi optimaalisten intubaatio-olosuhteiden saavuttamiseksi vaaditaan usein lihasrelaksaatiota. Relaksaatio myös vähentää leikkauksen jälkeistä äänen käheyttä ja äänihuulten vaurioita. Leikkausolosuhteet voivat parantua erityisesti vatsan alueen leikkauksissa käytettäessä lihasrelaksantteja. Lihasrelaksaatiota voidaan käyttää myös jos halutaan ylläpitää kevyempää anestesiatasoa. Erityisesti leikkauksen loppuvaiheessa, ennen anestesiasta heräämistä, on tärkeää monitoroida lihasrelaksaatiota, koska sillä voidaan vähentää leikkauksen jälkeisiä keuhkokomplikaatioita, kuten pneumoniaa tai atelektasia. Tähän päivään mennessä lihasrelaksaation monitorointia ei kuitenkaan rutiininomaisesti ole käytetty, koska ihanteellista menetelmää ei ole ollut saatavilla. (Hemmerling - Le 2007: 59-60.)

Kliininen lihasrelaksaation arviointi tarkoittaa potilaan kykyä suorittaa tiettyjä tehtäviä tai lihaksen tuntoaistimuksen aiheuttamaa reaktiota synnytetylle ärsykkeelle. On olemassa erilaisia testejä, esimerkiksi kehoitetaan potilasta nostamaan päätä tai jalkaa tai puristaman kättä yli viiden sekunnin ajan, mutta näiden testien toimivuus riippuu paljolti potilaan tietoisuuden ja yhteistyökyvyn tasosta. Lihasrelaksaation seuraamisessa käytetään eniten menetelmiä, joissa mitataan lihaksen vastetta ärsykkeeseen. Nämä menetelmät mittaavat TOF-vasteiden suhdetta. (Hemmerling - Le 2007: 60.)

EMG eli elektromyografia on vanhin neuromuskulaarisen monitoroinnin menetelmä. Se perustuu liikehermon stimulaation aiheuttaman toimintajännitteen mittaamiseen. EMG soveltuu parhaiten käytettäväksi esimerkiksi kurkunpään, pallean ja peukalon lähentäjälihaksen (m. adductor pollicis) kanssa. Pienemmät lihakset tuottavat pienemmän toimintajännitteen, joten EMG:n mittaaminen niistä on vaikeampaa. EMG-menetelmään liittyy

eräitä teknisiä ongelmia. Esimerkiksi EMG-arvo ajelehtii mittauksen edetessä eli se ei palaa kontrollitasolle, joka kuvaa tilannetta jolloin lihakset ovat täysin relaksoituneet. (Hemmerling - Le 2007: 60-61.)

MMG eli mechanomyography mittaa lihasvoimaa. MMG-mittaus vaatii tarkkoja esivalmisteluja. Ihanteellisessa tapauksessa potilaan käsi laitetaan lastaan, jotta lihas olisi mahdollisimman samassa asennossa koko mittauksen ajan. Lihakseen kohdistetaan jatkuva kuormitus, jota vastaan lihas työskentelee sähköstimulaation aikana. Myös MMG:ssa voi esiintyä arvojen ajelehtimistä. (Hemmerling - Le 2007: 60.)

AMG eli acceleromyography mittaa kohde-elimen, esimerkiksi peukalon, kiihtyvyyttä kun AP-lihas liikauttaa sitä. Laite on helppokäyttöinen ja halpa. Sitä voidaan käyttää myös tietojenkäsittelylaitteiden kanssa. Sitä käytetään lähinnä AP-lihaksen kanssa, koska käyttö lihasten kanssa, jotka eivät tuota huomattavaa liikettä, on rajallista. Käytettäessä AMG:aa tällaisten lihasten kanssa sen tarkkuus heikkenee. Tällä hetkellä AMG on tarkin ja luotettavin kaupallisesti saatavilla oleva lihasrelaksaation mittari. (Hemmerling - Le 2007: 61.)

KMG eli kinemyography perustuu peukalon liikkeen mittaamiseen. Se on peukalon ja etusormen väliin laitettava muovinen laite. KMG on melko yhteneväinen MMG:n kanssa TOF-suhteita monitoroitaessa. KMG on käytännöllinen kliinisessä käytössä, mutta ei ole yhtä tarkka kuin AMG ja käden asennon pitää olla tarkalleen oikea virhetulosten välttämiseksi. Lisäksi mittaustulokset voivat olla harhaanjohtavia etenkin neuromuskulaarisen toiminnan palautumisvaiheessa. (Hemmerling - Le 2007: 61-62.)

PMG eli phonomyography perustuu siihen, että supistuvat lihakset tuottavat matalataajuisia ääntä, joka voidaan havaita erikoismikrofoneilla ihon pinnalta. Tutkimustulokset ovat olleet hieman ristiriitaisia, mutta MMG:n ja sen kaltaisten menetelmien kanssa on osoitettu hyvä vertailukelpoisuus, kun on käytetty kurkunpäälihasta, CS-lihasta (m. corrugator supercilii) tai AP-lihasta. PMG:lla voidaan tutkia mitä vain lihasta, se on helppokäyttöinen ja non-invasiivinen menetelmä. (Hemmerling - Le 2007: 62.)

TAULUKKO 2 Anestesian syvyyden tarkkailumenetelmien käyttö

ANESTESIAN SYVYYDEN TARKKAILUA KUVAAVAT MAININNAT	MAININNAT (Kuinka monessa artikkelissa mainittu)	ALAKATEGORIA	YLÄKATEGORIA
<p>EEG:n rekisteröinti otsalta elektrodien avulla</p> <p>Tajunnan tason indeksi monitorin ruudulla</p> <p>Sähköisten ärsykkeiden aiheuttamien lihassupistusten voimakkuuksien suhteiden laskeminen</p>	<p>15</p> <p>7</p> <p>2</p>	<p>TAJUNNAN TASON ESITTÄMINEN ANESTESIAN SYVYYDEN MONITOROINTILAITTEIDEN AVULLA</p>	<p>ANESTESIAN SYVYYDEN TARKKAILUN MENETELMIEN KÄYTTÖ</p>
<p>Sopiva anestesian syvyyden taso BIS- ja entropia-arvoilla 40-60</p> <p>Auditiivisten herätevästeiden sopiva anestesian syvyys arvoilla 15-25.</p> <p>Ennen potilaan herättämistä TOF-suhde yli 0.90</p> <p>Riittävä leikkauksen aikainen lihasrelaksaation TOF-suhde 0.15-0.25.</p>	<p>16</p> <p>6</p> <p>2</p> <p>2</p>	<p>ANESTESIAN SYVYYDEN TAVOITEARVOT</p>	
<p>Ihon puhdistaminen</p>	7	<p>SENSOREIDEN OIKEAOPPINEN ASETTAMINEN</p>	
<p>Sensorin oikea paikka</p>	6		

## 8.2 Menetelmien käyttö

### 8.2.1 Tajunnan tason esittäminen

EEG:tä rekisteröidään otsan iholta erityisellä teippielektrodilla ja tajuisuutta kuvaava luku esitetään laitteen monitorin ruudulla, joko numerona tai trendinä (Yli-Hankala 2002: 12). Esimerkiksi entropiamonitori on tarkkailumonitoriin liitettävä moduuli. Entropiasensori kiinnitetään potilaan otsa- ja ohimoalueelle. Tällöin saatava signaali sisältää sekä EEG:tä, että otsalihaksen EMG:tä eli elektromyografiaa, joka on lihastoimintaan liittyvien sähköilmiöiden rekisteröintiä. (Yli-Hankala 2003: 431-432.)

TOF eli Train Of Four -menetelmässä annetaan liikehermolle sähköisiä ärsykeitä neljän ärsykeen, sarjoina 10- 20 sekunnin välein. Ärsykkeiden väli on 0.5 sekuntia. Jokainen ärsyke aiheuttaa lihaksen supistumisen. TOF-laite laskee neljännen ja ensimmäisen supistumisen voimakkuuden suhteen. Kun potilaalle on annettu nondepolarisoivaa lihasrelaksanttia, tämä edellä mainittu suhde pienenee. (Puura 2001: 22.)

### 8.2.2 Anestesian syvyyden tavoitearvot

Anestesian aikana suositellaan BIS-arvon olevan 40-60. BIS-arvon ollessa alle 60 todennäköisyys leikkauksen aikaisten tapahtumien tietoisesta muistamisesta jälkeenpäin on todella pieni. (Bowdle 2006: 794.) Arvot alle 40 ovat todennäköisesti merkki liian syvästä anestesiasta, josta voi olla epäsuotuisia seurauksia postoperatiivisesti (Mashour 2006: 209). Tietoisuuden palaaminen anestesiasta tapahtuu yleensä noin arvoilla 75-85 (Seitsonen 2007: 36). On myös tutkittu, että BIS:in suositusarvoilla voi esiintyä liian syvää/pinnallista anestesiaa (Schneider ym. 2003: 329).

Entropia mittaa kahta entropia-arvoa. SE eli State Entropy sisältää lähes yksinomaan EEG:tä. RE-luvussa eli Response Entropyssä on mukana niin EEG, kuin EMG:kin. Näin ollen RE:n ja SE:n erotuksesta nähdään suoraan EMG-aktiivisuus ja esimerkiksi voimakkaaseen noiseseptioon tai uhkaavaan havahtumiseen liittyvä otsalihaksen aktivaatio nähdään heti. (Yli-Hankala 2003: 431-432.) Entropiamonitorilla sopiva anestesian syvyys on myös arvoilla 40-60. Yhtenä sopivan anestesian syvyyden indikaationa pidetään sitä, että RE ja SE -arvot ovat yhtä suuret (erotus 0-3) koska näiden arvojen erotuk-

sen kasvu kertoo otsalihaksen EMG toiminnasta, joka puolestaan on riittämättömän anestesian syvyyden merkki. (Yli-Hankala 2003: 432-433.)

Auditiivisten herätevasteiden indeksi-arvon ollessa yli 50 puhutaan hereilläolosta ja sopiva leikkauksen aikainen anestesian syvyys on arvioitu olevan indeksi-arvoilla 15-25 (Bowdle 2006: 812; Enlund - Jansson 2007: 223). Laite laskee indeksin kahden sekunnin välein (Nishiyama - Hanaoka 2004: 540).

Riittävänä leikkauksen aikaisena lihasrelaksaationa pidetään TOF-suhdetta 0.15-0.25. Tämä tarkoittaa, että neljännen lihassupistuksen voimakkuus on 15 - 25 % ensimmäisen lihassupistuksen voimakkuudesta. (Hemmerling - Le: 2007: 63.) Ennen potilaan herättämistä TOF-suhde tulisi olla yli 0.90 (Hemmerling - Le 2007: 58).

### 8.2.3 Sensoreiden oikeaoppinen asettaminen

Vasteet rekisteröidään kallon pinnalle asetetuilla kolmella erillisellä elektrodilla (Musialowicz - Pölonen 2001: 136; Nishiyama - Hanaoka 2004: 540). Anestesiahoitaja kiinnittää potilaan otsalle elektrodit. Yksi tärkeimmistä asioista on ihon puhdistaminen alkoholilla, jonka jälkeen sen on annettava kuivua ennen elektrodin asettamista. Jos kontakti ihon kanssa on huono, mittauksen laatu kärsii. Esimerkiksi entropiamonitoroinnissa sensorien oikean paikan valinta on tärkeää. Kahden elektrodin paikka on lähempänä hiusrajaa kuin kulmakarvoja. Silloin ollaan lähempänä aivoja eli aluetta, jota halutaan monitoroida. Kolmas elektrodi laitetaan silmäkulman tasolle, siten saadaan talteen silmäliikehäiriö tarkasti. (Kymäläinen 2007:11).

Neuromuskulaarisessa monitoroinnissa anestesiahoitajan tekemät mittausvalmistelut ovat tärkeässä asemassa. Käden asennon pysyminen samana on useissa mittausmenetelmissä oleellinen osa luotettavan mittaustuloksen saamista. MMG-mittaus vaatii tarkkoja esivalmisteluja. Ihanteellisessa tapauksessa potilaan käsi laitetaan lastaan, jotta lihas olisi mahdollisimman samassa asennossa koko mittauksen ajan. MMG:n mittaus onkin melko vaikea valmistella kliinisessä käytössä ja vaatii jatkuvaa seuranta (Hemmerling - Le 2007: 60.) KMG on käytännöllinen kliinisessä käytössä, mutta käden asennon pitää olla tarkalleen oikea virhetulosten välttämiseksi. (Hemmerling - Le 2007: 61-62.) PMG-mittauksessa tarkkuutta vaatii lähinnä mikrofonin kiinnitys, jotta varmistetaan ettei mikrofoni liiku tai sen asento ei muutu ihoon nähden. Pienikin muutos mikro-

fonin ja ihon välisessä paineessa muuttaa signaalin voimakkuutta. (Hemmerling - Le 2007: 62.)

TAULUKKO 3. Näyttöön perustuvan tiedon hyödyntäminen sopivan anestesian syvyyden ylläpidossa

ANESTESIAN SYVYYDEN TARKKAILUA KUVAAVAT MAININNAT		ALAKATEGORIA	YLÄKATEGORIA
Anestesian ylläpitoon vaikuttavat potilaan henkilökohtaiset ominaisuudet	1	ANESTESIAN YLLÄPITOON VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	NÄYTTÖÖN PERUSTUVAN TIEDON HYÖDYNTÄMINEN SOPIVAN ANESTESIAN SYVYYDEN YLLÄPIDOSSA
Potilaskohtainen anestesia-aineiden annostelu	2		
Tietyt leikkaukset lisäävät anestesian aikaisen hereilläolon riskiä	3		
Anestesia-aineen annostelun lisääminen tai vähentäminen	3	ANESTESIAN SYVYYDEN HALLINTA	
Lihaselaksantin anto	3		
Kipulääkkeen anto	3		
Verenpaineen ja syke- taajuuden vaihtelu kuvaava autonomisen hermoston toimintaa ja heijastaa lähinnä kivun tuntemista	4	AUTONOMISEN HERMOSTON VASTEET KIVUN MERKKEINÄ	
EEG:aan perustuvat tarkkailumenetelmät toimivat useimmilla anestesia-aineilla	9	ANESTESIA-AINEIDEN VAIKUTUKSET ANESTESIAN SYVYYDEN ARVIOINTIIN	
Anestesia-aineet voivat peittää autonomisen hermoston fysiologisia vasteita	6		

EEG:aan perustuvat arviointimenetelmät eivät toimi luotettavasti ketamiinia käytettäessä	8		
EEG:aan perustuvat tarkkailumenetelmät kertovat sen hetkisestä tilasta eivätkä ennusta tulevaisuutta	3		
Fysiologisten vasteiden muutokset tapahtuvat viiveellä kipuärsykkeen jälkeen	2	ANESTESIAN SYVYYDEN MUUTOSTEN SEURANTA	
Potilaan kokonaistilan seuranta	1		
Anestesian syvyyden arvojen poikkeuksellinen käyttäytyminen	2		
Virheellinen EEG:n tulkinta purskevaimentumassa	2		
Potilaan lämpötilan lasku	2	ERITYISTILANTEITA ANESTESIAN SYVYYDEN TARKKAILUSSA	
Muutokset lääkityksessä tai kirurgisessa ärsykkeessä	1		
Lihaselaksantin vaikutus	1		
Ulkoiset häiriötekijät	2		
Potilaasta johtuvat häiriötekijät	2	ANESTESIAN SYVYYDEN ARVIOINTIIN VAIKUTTAVIA HÄIRIÖTEKIJÖITÄ	
Elektrodien huono ihokontakti	2		

## 8.3 Näyttöön perustuvan tiedon hyödyntäminen sopivan anestesian ylläpidossa

### 8.3.1 Anestesian ylläpitoon vaikuttavia tekijöitä

Sopivan anestesian syvyyden saavuttamiseen ja ylläpitoon vaikuttavat potilaan henkilökohtaiset ominaisuudet, jotka ovat myös riskitekijöinä anestesian aikaiselle hereilläololle. Tällaisia ominaisuuksia ovat ikä, sydänperäiset rajoitukset, resistenssi lääkkeille, aikaisemmat anestesian aikaiset hereilläolot ja päihteiden käyttö. Lisäksi riittävä anestesia-aineiden annostelu on potilaskohtaista eli saman anestesiavaikutuksen aikaansaamiseksi toiset potilaat tarvitsevat enemmän anesteetteja kuin toiset. (Orser ym. 2008: 185-186.) Anestesiahoitajan tulee ottaa huomioon nämä ominaisuudet tarkkaillessaan anestesian syvyyttä ja mahdollisesti suunnitellessaan anestesian toteutusta yhdessä lääkärin kanssa. EEG:aan perustuvilla anestesian syvyyden tarkkailun menetelmillä voidaan tunnistaa tavallista enemmän tai vähemmän anesteettia tarvitsevat henkilöt, mikä mahdollistaa yksilöllisemmän anestesia-aineiden annon. (Vakkuri - Yli-Hankala 2004: 6.) Tiettyt leikkaukset lisäävät anestesian aikaisen hereilläolon riskiä. Tällaisia leikkauksia ovat muun muassa keisarileikkaukset, sydänleikkaukset, traumaleikkaukset ja leikkaukset, joissa käytetään lihasrelaksantteja. (Orser ym. 2008: 185-186.)

### 8.3.2 Anestesian syvyyden hallinta

Anestesian syvyyden monitorointi kertoo vain anesteetin tarpeesta (Kymäläinen 2007: 12). Jos anestesian syvyyden (esimerkiksi BIS) arvo on liian suuri eli anestesia on liian ”pinnallista”, anestesiahoitaja lisää potilaalle annettavan anesteetin määrää, jos arvo on liian pieni eli anestesia on liian ”syvä”, anesteetin määrää pienennetään. (Yli-Hankala 2000: 14.) Entropiamonitoroinnissa SE- ja RE-lukujen eron suureneminen viittaa siihen, että jos potilaalle ei anneta lääkettä, hän tulee reagoimaan jollain tavalla lähi minuuttien aikana. Annettava lääke voi tilanteesta riippuen olla joko opioidi, lihasrelaksantti tai hypnoottibolus. (Vakkuri - Yli-Hankala 2004: 5.) Anestesian syvyyttä ei esimerkiksi lisätä sen vuoksi, että verenpaineet nousevat, vaan korkeat verenpaineet hoidetaan joko kipulääkkeellä ja/tai verenpainelääkkeillä (Kymäläinen 2007: 12).

### 8.3.3 Autonomisen hermoston vasteet kivun merkkeinä

Verenpaineen ja syketaajuuden vaihtelu, kyynelehtiminen tai potilaan liikkuminen kuvaa autonomisen hermoston toimintaa ja heijastaa lähinnä kivun tuntemusta. Ne eivät ole hereillöolon merkkejä, eivätkä korreloi tajuisuuden kanssa (Yli-Hankala 2002: 12; Yli-Hankala 2000: 15), koska liikevasteet kirurgiseen ärsykkeeseen tapahtuvat lähinnä selkäytimen tasolla. Aivot ovat huomattavasti herkempiä anesteettien vaikutukselle, kuin selkäydin, joten tajuttomuus saavutetaan huomattavasti vähäisemmällä anesteettimäärällä, kuin liikevasteen estäminen. (Seitsonen 2007: 60-62.)

### 8.3.4 Anesteettien vaikutukset anestesian syvyyden arviointiin

Anestesian eri osa-alueet eli tajuttomuus, kivuttomuus ja lihasrelaksaatio voidaan saada aikaan erilaisia lääkeaineita käyttämällä (Jäntti ym. 2004: 249). On oleellista tietää mitä lääkeaineita on käytetty tietyn anestesian syvyyden arvon saamiseen ja miten nämä aineet vaikuttavat kirurgisen ärsykkeen aiheuttamaan reaktioon. (Bowdle 2006: 797.) Uuden sukupolven anestesia-aineet kuten opioidit, hypnootit, inhalaatioanesteetit ja lihasrelaksantit voivat peittää fysiologisia vasteita ja siten vähentää kivun ja anestesian syvyyden arvioinnin luotettavuutta tarkkailtaessa kliinisiä merkkejä. Entropian, BIS:n ja auditiivisten herätevasteiden on todettu toimivan luotettavasti yleisimpiä anestesia-aineita käytettäessä. Poikkeuksena on ketamiini, joka ei sovellu EEG:aa mittaavien menetelmien kanssa käytettäväksi, koska se aktivoi aivokuorta ja näin ollen muuttaa EEG:aa niin, että tulokset saattavat olla harhaanjohtavia. (Seitsonen 2007: 39; Mashour 2006: 208; Bowdle 2006: 801; Verecke 2007: 48; Sigalowsky 2003: 376; Kymäläinen 2007: 12.) Ketamiini nostaa SE- ja RE -arvoja, kuten myös BIS-arvoja, vaikka ketamiinin antaminen lisääkin hypnoosin määrää (Hans - Dewandre - Brichant - Bonhomme 2005: 338). Pienillä ketamiiniannoksilla ei välttämättä ole huomattavaa vaikutusta BIS:iin (Seitsonen 2007: 39). Ketamiinia ja ilokaasua käytettäessä ainoana anesteetteina on syytä olla tarkkaavainen, koska nämä aineet aiheuttavat EEG:hen muutoksia jotka eivät vastaa inhalaatioanesteettien tai laskimoanesteettien vaikutusta aivoissa (Vakkuri - Yli-Hankala 2004: 6). Typpioksiduuli eli ilokaasu ei normaali annoksilla vaikuta BIS-arvoihin varsinkaan kirurgisen ärsytyksen puuttuessa. Typpioksiduuli kuitenkin vaimentaa keskushermoston vastetta kirurgiselle ärsytykselle eli se voi epäsuorasti vaikuttaa BIS-arvoihin kirurgisen ärsytyksen aikana. (Seitsonen 2007: 39.) On kuitenkin todettu,

että ketamiini ja ketamiini-typpioksiduuli anestesioiden monitoroinnissa ei voi luottaa EEG -monitorointiin (Vakkuri - Yli-Hankala 2004: 6).

Suuret opioidiannokset saattavat vaikuttaa BIS-arvoja alentavasti kirurgisen ärsykkeen määrästä riippuen (Seitsonen 2007: 40; Bowdle 2006: 796-797). Pienillä opioidiannoksilla on hyvin vähän vaikutusta EEG:aan, mutta suuri vaikutus liikkumattomuuteen kirurgisen ärsytyksen aikana ja ne vahvistavat anesteettien vaikutusta (Bowdle 2006: 797). Schneiderin ym. (2002: 303) mukaan lihasrelaksanttien ei ole havaittu vaikuttavan BIS:iin, mutta Whiten ym. (2006: 162) tutkimuksessa havaittiin, että BIS ja entropiarvot nousivat huomattavasti lihasrelaksaation kumoamisen jälkeen leikkauksen lopussa.

Leikkauksenaikaisessa kivunhoidossa on otettava huomioon, että esimerkiksi remifentaniilin vaikutuksen nopea häviäminen mahdollistaa hyvin ennustettavissa olevan kipulääkkeen tarpeen heräämisen yhteydessä. Tämä edellyttää myös sitä, että anestesian jälkeinen kivunhoito aloitetaan hyvissä ajoin jo leikkauksen aikana, ennen remifentaniilin vaikutuksen loppumista. Tämä on tärkeää sen takia, että toisin kuin pitkä ja keskipitkävaikutteisilla opioideilla, remifentaniililla ei ole residuaali eli jäännös opioidivaikutusta. (Vereecke 2007: 49-50.)

### 8.3.5 Anestesian syvyyden muutosten seuranta

Entropiamonitorointi ja BIS kertovat vain potilaan sen hetkisen tajuttomuuden tilan, eivätkä ennusta tulevia muutoksia. Äkillinen voimakas kipustimulus voi aiheuttaa anestesian muuttumisen riittämättömäksi. Potilas saattaa tällöin yskiä, liikahtella ja niin edelleen. Tätä ei pystytä ennustamaan monitorin arvoista. (Yli-Hankala 2000: 15; Yli-Hankala 2002: 12; Vakkuri - Yli-Hankala 2004: 5; Kymäläinen 2007: 11.) Samoin käytäytyvät esimerkiksi pulssi ja verenpaine, jotka kohoavat vasta kipuärsykkeen jälkeen eikä tätä kohoamista pystytä ennustamaan aikaisemmista arvoista. (Yli-Hankala 2000: 15; Yli-Hankala 2002: 12; Vakkuri - Yli-Hankala 2004:5). EEG pohjaisessa anestesian syvyyden seurannassa ei kannata ainoastaan seurata yksittäistä lukua, joka vaihtuu monitorin ruudulla, vaan potilaan kokonaistilaa ja esimerkiksi entropian trendejä. EEG pohjainen anestesian syvyyden seuranta on hyvä lisä adekvaatin anestesian annossa yhdessä muiden vitaaliparametrien seurannan kanssa, mutta se ei kuitenkaan korvaa anestesiahoitajaa, joka on potilaan vierellä. (Kymäläinen 2007: 12.)

### 8.3.6 Erityistilanteita anestesian syvyyden tarkkailussa

On tilanteita, joissa EEG:aan perustuvat menetelmät voivat käyttäytyä poikkeuksellisesti. Anestesiahoitajan tulee kiinnittää huomiota näihin tilanteisiin anestesian tarkkailun aikana. Potilailla, joilla on neurologinen tausta kuten lääkitys tai pään vamma, voi menetelmien käyttäytymisessä anestesian aikana olla epäselvyyttä. Jos potilas on niin syvässä anestesiassa, että EEG menee purskevaimentumaan (burst suppression) eli EEG vaimenee suoraksi viivaksi, voi mittaus joskus tulkita tämän hereilläoloksi. Raaka-EEG:aa katsomalla tämä näkyy, vaikka luvut näyttäisivät väärin. Potilaan lämpötilan laskiessa entropia pienenee, vaikka anestesia ei syvene. Näin käy myös hypoksiassa, hypotensiossa ja hypoglykemiassa. (Kymäläinen 2007: 12; Vakkuri - Yli-Hankala 2004: 6.) Jos anestesian syvyyttä ilmaisevat arvot laskevat tai nousevat yllättäen, tulee anestesiahoitajan tarkistaa onko anesteettilääkityksessä tai kirurgisessa stimulaatiossa tapahtunut jokin muutos. Entropian RE -arvo saattaa laskea jos potilaalle on juuri annettu lihasrelaksanttibolus. (Vakkuri - Yli-Hankala 2004: 6.)

### 8.3.7 Anestesian syvyyden arviointiin vaikuttavia häiriötekijöitä

Potilaan EKG, silmänräpytykset, yskiminen, liikkuminen sekä ulkoiset häiriölähteet, kuten sähköveitsi tai tahdistin voivat vaikuttaa EEG -arvoihin. Hyvänlaatuisen signaalin varmistamiseksi on erityisen tärkeää, että anestesiahoitaja pitää huolen hyvästä elektrodiiho kontaktista anestesian tarkkailun aikana. Silmämääräinen raaka-EEG:n tarkastelu saattaa antaa vihjeitä virhelähteistä. (Kymäläinen 2007: 12; Vakkuri - Yli-Hankala 2004: 6) Eri tarkkailumenetelmiä vertailtaessa on todettu, että entropiamonitori olisi vähemmän häiriöaltis diaternalaitetta käytettäessä verrattuna BIS-monitoriin (White ym. 2006: 162). Toisaalta tutkimuksissa on myös havaittu, että auditiivisten herätevästeiden arvo pysyi tasaisempana ja palautui nopeammin diaternalaitteen käytön jälkeen, kuin BIS (Nishiyama - Hanaoka 2004: 539). Myös neuromuskulaarisia menetelmiä käytettäessä voi esiintyä häiriöitä. Esimerkiksi EMG on herkkä muiden elektronisten laitteiden aiheuttamille häiriöille. (Hemmerling - Le 2007: 60-61.)

TAULUKKO 4. Anestesian syvyyden tarkkailumenetelmien hyödyt ja heikkoudet

ANESTESIAN SYVYYDEN TARKKAILUA KUVAAVAT MAININNAT		ALAKATEGORIA	YLÄKATEGORIA
Anestesian aikainen hereilläolo	7	ANESTESIAN SYVYYDEN TARKKAILUMENETELMIEN HEIKKOUDET	ANESTESIAN SYVYYDEN TARKKAILUMENETELMIEN HYÖDYT JA HEIKKOUDET
Erilaiset tulokset eri anestesia-aineita käytettäessä	3		
EEG:aan perustuvat menetelmät kuvaavat huonosti vastetta kirurgiseen ärsytykseen	2		
Auditiivisten herätevästeiden käyttö potilailla, joilla kuulovajetta	2		
Auditiivisten herätevästeiden huono yleistettävyyttä	1		
Anestesiaan liittyvien riskien vähentyminen	1	ANESTESIAN SYVYYDEN TARKKAILUMENETELMIEN HYÖDYT	
Anestesia-aineiden kulutuksen väheneminen	9		
Anestesiasta toipumisen nopeutuminen	9		
Postoperatiivisen pahoinvoinnin väheneminen	3		

#### 8.4 Anestesian syvyyden tarkkailumenetelmien hyödyt ja heikkoudet

Anestesian syvyyden tarkkailumenetelmiä on tutkittu ja kehitetty viime aikoina runsaasti. Tästä huolimatta anestesian aikaista hereilläoloa ei ole pystytty täysin poistamaan. (Sigalowsky 2003: 373; Orser 2008: 1189.) Esimerkiksi BIS:ä käytettäessä hereilläoloa on ilmennyt siitä huolimatta, että anestesian aikana on pysytty kohdearvojen sisällä (Orser 2008: 1190; Avidan ym. 2008: 1104). Yksi BIS:n haittapuolista on se, että se tuottaa erilaisia tuloksia eri anestesia-aineita käytettäessä (Sigalowsky 2003: 376; Yli-Hankala

2000: 15). Lisäksi anestesia-aineiden vaikutusmekanismeja tunnetaan edelleen melko huonosti ja tämä tiedonpuute on rajoittanut tarjolla olevien anestesia-aineiden optimaalista käyttöä. (Orser - Mazer - Baker 2008: 185.) Tutkimuksissa on myös todettu, sekä entropia- että BIS-arvojen kuvaavan huonosti vastetta kirurgiseen ärsykkeeseen (Vanluchene - Struys - Heyse - Mortier 2004: 645). Tarkkailumenetelmistä on kuitenkin ollut myös paljon hyötyä. Esimerkiksi anestesiaan liittyvät riskit ovat vähentyneet (Orser - Mazer - Baker 2008: 185.) Aivosähkökäyrän analysointiin perustuvat menetelmät ovat vähentäneet anestesia-aineista esimerkiksi propofolin käyttöä ja nopeuttaneet anestesiasta toipumista. (Vakkuri ym. 2005: 274; Bowdle 2006: 794-795) Esimerkiksi BIS-monitoroinnin on havaittu nopeuttavan anestesiasta toipumista, vähentävän postoperatiivista pahoinvointia ja propofolin käyttöä anestesian aikana. (Luginbühl ym. 2003: 165). Myös entropiamonitoroinnin on todettu auttavan propofolin annostelussa erityisesti leikkauksen loppuvaiheessa, vähentävän propofolikulutusta ja lyhentävän toipumisaikaa anestesiasta (Vakkuri ym. 2005: 274; Bowdle 2006: 794-795; Riad – Schreiber - Saeed 2007: 684). Osassa tutkimuksista ei kuitenkaan ole suositeltu BIS-monitorointia käytettäväksi rutiininomaisena menetelmänä yleisanestesian aikana (Orser ym. 2008: 187; Avidan ym. 2008: 1097).

Weberin, Beinini, Hobbhahnini ja Taegerin (2004: 294) mukaan useissa aikuispotilaille tehdyissä tutkimuksissa on todettu, että auditiivisista herätevästeistä olisi apua lähinnä hereilläolon ja tiedottomuudentilan välisen eron toteamisessa sekä leikkauksen aikaisen hereilläolon havaitsemisessa. Auditiiviset herätevästeet eivät kuitenkaan sovellu käytettäväksi potilaalla, jolla on kuulovajetta (Vereecke 2007: 140; Yli-Hankala 2002: 13). Lisäksi muutoksia auditiivisissa herätevastearvoissa ei voida yleistää, koska arvojen muutokset ovat paljolti riippuvaisia siitä, kuinka anestesia-aineet vaikuttavat potilaskohteisesti (Vereecke 2007: 41).

## 9 POHDINTA

Anestesiahoitajan leikkauksen aikainen anestesian syvyyden tarkkailun tulisi perustua näyttöön perustuvaan tietoon ja toimintaan. Hoitaja voi toiminnassaan nojata tieteellisesti havaittuun tutkimusnäyttöön, hyväksi haivaittuun toimintanäyttöön ja kokemukseen perustuvaan näyttöön. Tieteellisesti havaittu tutkimusnäyttö anestesian syvyyden seurannassa on pääasiassa lääketieteellistä tutkimustietoa ja tästä syystä anestesiahoita-

jan tulee myöskin osaltaan hallita lääketieteellisesti tutkittua tietoa. Näyttöön perustuvan hoitotyön osaamisen toimintamallissa esiintyvä tieteellisen tiedon käyttö toteutuu hoitotyön kannalta huonosti, koska hoitotieteellistä tietoa on hyvin vähän. Näin ollen anestesianhoitajan toiminta perustuu pitkälti omaan asiantuntijuuteen ja kokemukseen perustuvan tiedon käyttöön. Alan hoitotyön lehtien artikkeleista voi löytää muiden terveydenhuollon ammattilaisten kokemukseen ja lääketieteellisiin artikkeleihin perustuvaa tietoa. Tähän opinnäytetyöhön tietoa löytyi lähinnä juuri edellä mainituista lähteistä ja vaikka hoitotieteellistä tutkimusta aiheesta ei ole juurikaan tehty, löytyi hoitotyön näkökulmaa aiheeseen juuri esimerkiksi *Spirium* -lehdestä. Anestesiahoitajan asiantuntijuus ja kokemukseen perustuva näyttö riippuvat paljolti myös hoitajan omasta työkokemuksesta, sekä työyksikön toimintaperiaatteista. Esimerkiksi työyksikön toimintaperiaatteet riippuvat siitä, mitä tarkkailumenetelmiä työyksikössä käytetään. Johtajien, jotka vastaavat työyksikön resurssien hallinnasta, tulisi mahdollistaa anestesiahoitajalle hyvä toimintaympäristö, jossa hän pystyy toteuttamaan hyvää anestesiaa ajanmukaisten laitteiden, välineiden ja tiedon avulla. Tämä edellyttää myös hoitohenkilökunnalta myönteistä asennetta tutkimus- ja kehitystoimintaan, joka ilmenee esimerkiksi aktiivisena osallistumisena tarjolla oleviin koulutuksiin.

Suomessa anestesiahoitaja vastaa yksin lähes koko anestesian aikaisesta valvonnasta. Hänen pitää pystyä päättämään esimerkiksi kevennetäänkö vai syvennetäänkö anestesiaa, tarvitseeko potilas kipulääkettä tai millaisessa tilanteessa anestesia lääkäri pyydetään paikalle. Anestesiahoitaja seuraa leikkauksen aikana anestesian syvyyden tarkkailu-monitorien ruudulta sekä potilaan yleistilasta, että anestesian syvyys pysyy tavoitearvojen sisällä ja toimii arvojen tai yleistilan muutoksien mukaisesti joko lisäämällä tai vähentämällä anestesiassa käytettävien aineiden annostusta. Lisäksi anestesiahoitaja seuraa lihasrelaksaation astetta Train-Of-Four -menetelmän avulla ja tarvittaessa lisää lihasrelaksantin annostusta. Anestesian syvyyden hallinta näyttöön perustuvana toimintana edellyttää niin tutkitun tiedon kuin kokemuseräisen tiedon yhdistämistä. Anestesiahoitaja toimii paljolti kokemustiedon perusteella, mutta tutkittu tieto antaa toiminnalle yleiset suuntaviivat. Esimerkiksi anestesiahoitaja tietää, että anestesian muuttuessa liian pinnalliseksi hänen tulee antaa lisää anestesia-ainetta, mutta lisäännoksen määrä pohjautuu usein aikaisempaan kokemukseen vastaavasta tilanteesta. Tämä tieto voi olla hoitajan yksilöllistä kokemustietoa tai työyhteisön hyväksi havaitsemaa kokemustietoa.

Päätöstensä pohjaksi anestesiahoitaja tarvitsee myös runsaasti teoriatietoa esimerkiksi eri lääkeaineiden vaikutuksista, tarkkailumenetelmien toiminnasta ja anestesian ylläpitoon vaikuttavista tekijöistä sekä kokemuksen myötä karttuvaa tietoa, siitä miten toimia erilaisissa tilanteissa. Anestesian syvyyden tarkkailumenetelmät ovat myös apuna päätöksenteossa. Kuitenkin monitorien vääränlainen tulkinta saattaa aiheuttaa liian pinnallisen tai syvän anestesian, riippuen anestesiahoitajan tulkinnasta ja toiminnasta. Vääränlaisen tulkinnan taustalla voi olla riittämätön tieto monitorien arvoihin vaikuttavista tekijöistä. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi lääkeaineet, potilaan ominaisuudet, leikkaustyyppi ja ulkoiset häiriötekijät. Lisäksi potilaan kokonaistilanteen seuranta on äärimmäisen tärkeää. Pelkkä arvojen tuijotus monitorien näytöiltä ei riitä, vaan potilaan yleisolemuksen ja mahdollisen liikkeiden tai ilmeiden tarkkailu on osa kokonaisvaltaista seurantaa.

Anestesian syvyyttä tarkkailtaessa anestesiahoitajan tulee ottaa huomioon käytettävien lääkeaineiden ominaisuudet ja niiden vaikutukset tarkkailumenetelmien tuottamiin tuloksiin. Lääkeaineiden vaikutuksista tarkkailumenetelmiin on saatavilla paljon tieteellisesti tutkittua tietoa. Osa tutkimuksien tuloksista on ristiriidassa keskenään, jolloin anestesiahoitajalta edellytetään tulosten kriittistä arviointia. Tällöin työyhteisön yleiset toimintaperiaatteet ohjaavat hoitajan näyttöön perustuvaa toimintaa. Pitää kuitenkin muistaa, että anestesiahoitaja toteuttaa anestesiaa lääkärin määräämillä lääkeaineilla, jolloin lääkärin tietoperusta vaikuttaa hoitajan toimintaan.

Parhaimmillaan näyttöön perustuvassa toiminnassa otetaan huomioon asiakkaan tarpeet, toiveet ja mieltymykset. Anestesian syvyyttä tarkkailtaessa asiakkaan tarpeet voidaan rinnastaa potilaan henkilökohtaisiin ominaisuuksiin, jotka asettavat anestesian ylläpidolle tiettyjä vaatimuksia. Esimerkiksi sydänperäiset sairaudet tai lääkeaineallergiat tulee ottaa huomioon anestesiaa suunniteltaessa ja toteutettaessa.

Tarkkaillessaan anestesian syvyyttä, anestesiahoitajan ei pitäisi luottaa pelkästään fysiologisiin vasteisiin, koska ne kertovat lähinnä potilaan kokemasta kivusta, mutta eivät ole merkkejä liian pinnallisesta tai syvästä anestesiasta. Näin ollen anestesiahoitaja pystyy fysiologisten vasteiden perusteella luotettavasti määrittelemään lähinnä kipulääkityksen tarpeen, mutta ei esimerkiksi anesteetin tarvetta. Näyttöön perustuvaa hoitotyötä toteutettaessa tulisi ottaa huomioon tutkimustulokset siitä, että fysiologiset vasteet eivät ole riittävä anestesian syvyyden tarkkailumenetelmä. Pitkään anestesiahoitajana toimineella

henkilöllä saattaa olla runsaasti kokemusperäistä tietoa ja hoitotyön asiantuntijuutta anestesian syvyyden tarkkailusta fysiologisten vasteiden seurantaan käyttäen. Hoitajan asiantuntijuus ei kuitenkaan pelkästään riitä näyttöön perustuvan hoitotyön toteutuksessa vaan mukaan tulee ottaa myös tieteellisten tutkimusten tarjoama näyttö. Lisäksi työyksikön resurssit voivat olla rajalliset, eli yksikössä ei ole esimerkiksi muita anestesian syvyyden tarkkailumenetelmiä käytettävissä.

Tärkeä osa anestesian seurannan onnistumisesta on alkuvalmistelut. Potilaan otsalle asetettavan sensorin oikeanlainen kiinnitys, ihon puhdistus ja sensorin paikallaan pysymisen varmistaminen koko leikkauksen ajan takaavat osaltaan hyvän anestesian syvyyden seurannan onnistumisen. Anestesiahoitaja tarvitsee tieteellistä tutkimustietoa sekä hyväksi havaittua kokemustietoa käyttäessään anestesian syvyyden tarkkailumenetelmiä. Tutkittua tietoa tarvitaan eri menetelmille ominaisista tavoitearvoista, joilla pystytään ylläpitämään sopivaa anestesian tasoa. Tutkimustietoa ja kokemusperäistä tietoa hoitaja tarvitsee myös elektrodien oikeanlaiseen asettamiseen, jotta tarkkailumenetelmillä saadaan mahdollisimman luotettavia tuloksia. Elektrodien asettaminen on käytännön toimenpide, johon pelkkä tutkimustieto ei riitä vaan tarvitaan myös ajan myötä karttuvaa kokemustietoa. Toisaalta kokemuksen kautta saatu tieto voi olla väärää, jolloin tutkimuksista saadulla uudella tiedolla virheellinen toiminta voidaan oikaista. Näin ollen tutkimusten antama tieto ja hoitotyöntekijän tiedot ja taidot yhdistyvät näyttöön perustavaksi toiminnaksi menetelmien käytössä.

Riippuen siitä, mitä elektroencefalografiaan perustuvaa menetelmää työyksikössä käytetään, tulisi anestesiahoitajan perehtyä menetelmään liittyvään uusimpaan ja ajantasalla olevaan tutkittuun tietoon. Tämän lisäksi hoitajan tulisi peilata uutta tietoa jo olemassa olevaan kokemusperäiseen tietoon, toteuttaakseen mahdollisimman hyvää näyttöön perustuvaa hoitotyötä. Monet tutkimustulokset EEG:aan perustuvista anestesian syvyyden monitoreiden hyödyistä ja heikkouksista ovat ristiriitaisia. Tässä tapauksessa paras saatavilla oleva tutkimustieto tai hoitotyöntekijän tiedot ja taidot eivät merkitse näyttöön perustuvassa toiminnassa niin paljoa kuin työyksikön käytettävissä olevat resurssit. Eli työyksikössä käytettävät anestesian syvyyden tarkkailumenetelmät ohjaavat anestesiahoitajan toimintaa.

Vaikka toistaiseksi ei ole olemassa täysin luotettavaa menetelmää anestesian syvyyden arvioimiseksi, niin kehitystyötä ja uusia tutkimuksia aiheesta tehdään jatkuvasti.

Optimaalisessa tapauksessa anestesiahoitaja pystyisi tarkkailemaan syvyyden eri osalualueita yhdellä luotettavalla monitorointimenetelmällä. Mittarin tulisi olla sellainen, että se pysyisi osoittamaan reaaliajassa potilaan tajunnan tason laskun ja erityisesti muistitoimintojen lamaantumisen, kipukokemuksen, lihasrelaksaation määrän. Lisäksi mittari toimisi kaikkien anestesia-aineiden, niin laskimo- kuin inhalaatioanesteettien kanssa yhtä hyvin. Hoitoteiteellistä tutkimusta anestesian syvyyden tarkkailusta ei ole tehty juuri ollenkaan. Aihetta olisikin syytä tutkia lisää hoitotieteellisestä näkökulmasta, jotta voitaisiin tuottaa anestesiahoitajille parasta ajantasalla olevaa hoitotieteellistä tietoa anestesian syvyyden tarkkailusta.

## 10 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS JA EETTISYYS

Laadullisen tutkimuksen luotettavuuskysymykset liittyvät tutkijaan, aineiston laatuun, aineiston analyysiin ja tulosten esittämiseen. Aineiston keruussa saatu tieto on riippuvaista siitä, miten tutkija on tavoittanut tutkittavan ilmiön. Näin ollen aineiston laatu korostuu. Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa tarkastellaan tutkimuksen totuusarvoa, sovellettavuutta, pysyvyyttä ja neutraaliuutta. (Latvala - Vanhanen-Nuutinen 2003: 36)

Sisäisellä validiteetilla viitataan tutkimuksen teoreettisten ja käsitteellisten määrittelyjen sopusointuun. Niin teoreettisten lähtökohtien, käsitteellisten määritteiden kuin menetelmällisten ratkaisuidenkin pitää olla loogisessa suhteessa keskenään. Ulkoinen validiteetti tarkoittaa tarkoittaa tehtyjen tulkintojen ja johtopäätösten sekä aineiston välisen suhteen pätevyyttä. Tietyn tutkimushavainnon sanotaan olevan ulkoisesti validi silloin, kun se kuvaa tutkimuskohteen täsmälleen sellaisena kuin se on. (Eskola - Suoranta 1999: 214.) Opinnäytetyössä tehdyt johtopäätökset ovat perustuneet pitkälti lääketieteen näkökulmasta saatuun tietoon, koska hoitotieteellistä tietoa ei ole aiheesta ollut juurikaan saatavilla.

Aineisto on kerätty tieteellisistä julkaisuista, ammatillisista artikkeleista, jotka ovat kirjoitettu julkaistun tutkimuksen pohjalta ja joissa tekijä on yleensä sama kuin tutkimuksen tekijä, sekä lääketieteellisestä kirjallisuudesta, koska hoitotieteellinen tieto aiheesta on vähäistä. Lähdeaineiston tekijöihin ja aikaisempiin tutkimustuloksiin viitattiin hyvän tutkimuskäytännön mukaisesti.

Laadullisella tutkimusmenetelmällä tehdyssä tutkimuksessa luotettavuuden kriteeri on tutkija itse ja hänen rehellisyytensä, koska arvioinnin kohteena on tutkijan tutkimuksensa tekemät teot, valinnat ja ratkaisut. Tutkijan on pystyttävä kuvaamaan ja perustelemaan tutkimustekstissään mistä valintojen joukosta valinta tehdään, mitä nämä ratkaisut olivat ja miten hän on raktaisuunsa päätenyt. (Vilka 2005: 158-159.) Tässä opinnäytetyössä on selkeästi esitetty analyysitaulukoissa ilmaukset, joista tuloksina saadut alakatgoriat on muodostettu. Myös analyysiprosessi on kuvattu selkeästi.

Myös tutkimuksen toistettavuudesta puhuttaessa selkeä tutkimusprosessin kuvaus on erittäin tärkeää. On kuitenkin muistettava, ettei tutkimuksen käytännön toistettavuus ja teoreettinen toistettavuus ole sama asia. Muut tutkijat voivat päätyä eri tuloksiin luokitellessaan ja tulkitessaan tutkimusaineistoa, vaikka luokittelu ja tulkintasäännöt esitetäisiin yksityiskohtaisesti. (Vilka 2005: 159.)

Tarkasteltaessa objektiivisuutta laadullisessa tutkimuksessa, on syytä erottaa toisistaan havaintojen luotettavuus ja niiden puolueettomuus. Puolueettomuus näkyy esimerkiksi siinä, pyrkiikö tutkija ymmärtämään tiedonantajia eli lähteitä itsenään vai suodattuuko tiedonantajien informaatio tutkijan omien ominaisuuksien läpi. (Tuomi - Sarajärvi 2009: 135-136) Tässä opinnäytetyössä puolueettomuus ilmeni siten, että tulokset esitettiin niin, ettei niiden sisältö muuttunut alkuperäisestä. Tuloksia ei myöskään peilattu opinnäytetyön tekijöiden omiin aikaisempiin tietoihin ja olettamuksiin.

Tutkimustulosten luotettavuutta lisäsi se, että lähdeaineistona käytetyt tutkimukset olivat kaikki tutkimusaineiston keruun kriteerien mukaan 2000-luvulta ja täten kyseessä oli uusin saatavilla oleva tieto. Luotettavuuteen saattoi kuitenkin vaikuttaa, että lähdeaineisto oli pääasiassa englanninkielistä ja vaikka tuntemattomat sanat tarkistettiin sanakirjasta, saattoi käännöstyöllä olla vaikutusta sisällön tulkintaan eli saattoi syntyä niin sanottu kieliharha (Pudas-Tähkä - Axelin 2007: 53). Lisäksi luotettavuuteen saattoi vaikuttaa se, että kaikkia tutkimuksia, joihin tekijöillä oli kiinnostusta, ei ollut saatavilla niiden maksullisuuden tai muun saatavuusongelman takia. Lähdeaineiston määrä oli suuri, mikä vaikuttaa luotettavuuteen positiivisesti, koska laajalla aineistolla saa tutkitavasta aiheesta kokonaisvaltaisemman käsityksen.

Kirjallisuuskatsauksessa kiinnitettiin huomio myös valittujen tutkimusten laatuun, mikä kautta pyrittiin lisäämään luotettavuutta (Stolt - Routasalo 2007: 62). Opinnäytetyössä huomio kiinnitettiin tutkimuksen otokseen ja tulosten soveltavuuteen tutkittavana olevaan aiheeseen. Valittujen tutkimusten otokset vaihtelivat suuresti 10 ja 3868 välillä. Suurin osa otoksista oli kuitenkin alle 100. Otosten suuri vaihtelevuus saattoi vaikuttaa tutkimustulosten luotettavuuteen, varsinkin otoksen ollessa pieni. Tällöin tutkimustuloksen luotettavuus väheni. Aineiston kaikki tutkimukset eivät olleet alkuperäistutkimuksia, vaan joukossa oli neljä aihetta käsittelevää tutkittua tietoa kokoavaa kirjallisuuskatsausta.

Aineiston analysoinnissa sovellettiin laadullisen tutkimuksen sisällön analyysia. Luotettavuutta lisäsi se, että molemmat opinnäytetyöntekijät osallistuivat aineiston keruuseen, perehtyivät aineistoon ja osallistuvat koko analysointi- ja kirjoitusprosessiin. Ajankäytöllä on myös saattanut olla vaikutusta tutkimuksen luotettavuuteen, sillä aineiston keruuseen, analysointiin ja kirjoitusprosessiin oli varattu hyvin rajallinen aika muun opiskelun ohessa. Laadullisen tutkimuksen perusvaatimus onkin, että tekijällä on riittävästi aikaa tehdä tutkimuksensa (Tuomi - Sarajärvi 2009: 142).

## LÄHTEET

Anderson, R. E. - J. G. Jakobsson 2004: Entropy of EEG during anesthetic induction: a comparative study with propofol or nitrous oxide as sole agent. *British Journal of Anesthesia* 92 (2): 167-170.

Avidan, Michael - Zhang, Lini - Burnside, Beth - Finkel, Kevin - Searleman, Adam - Selvidge, Jacqueline - Saager, Leif - Turner, Michelle - Rao, Srikar - Bottros, Michael - Hantler, Charles - Jacobsohn, Eric - Evers, Alex 2008: Anesthesia Awareness and the Bispectral index. *The New England Journal of Medicine* 358 (11): 1097-1108

Bowdle, T. Andrew 2006: Depth of Anesthesia Monitoring. *Anesthesiology Clinics* 24 (4). 793-822.

Eskola, Jari - Suoranta, Juha 1999: Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Vastapaino: Tampere.

Enlund, Mats - Jansson, Per 2007: A comparison of Auditory Evoked Potentials and Spectral EEG in the ability to detect marked sevoflurane concentration alterations and clinical events. *Upsala Journal of Medical Sciences* 112 (2): 221-229.

Hans, P - Dewandre, P.-Y., Brichant, J. F. - Bonhomme, V 2005: Comparative effects of ketamine on Bispectral index and spectral entropy of the electroencephalogram under sevoflurane anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia* 2005 94 (3): 336-340.

Hemmerling, Thomas M. - Le, Nhien 2007: Brief Review: Neuromuscular monitoring: an update for the clinician. *Canadian Journal of Anesthesia* 54: 58-72.

Häggman-Laitila, Arja 2009. Näyttöön perustuvaa hoitotyötä edistävät tekijät - systemoitu katsaus hoitotyöntekijöiden käsityksiin. *Tutkiva Hoitotyö* 7 (2). 4-12.

Johansson, Kirsi 2007: Kirjallisuuskatsaukset - huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Teoksessa Ääri, Riitta-Liisa (toim.): Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turun yliopisto. 3 -9.

Jääntti, Ville - Baer, Gerhard - Rorarius, Michael - Alahuhta, Seppo 2004: "Anestesian syvyys" ja EEG. *Finnanest* 37 (3). 249-253.

Kalso, E 2007: Euforisoivat analgeetit. Teoksessa Koulu, Tuomisto (toim.): *Farmakologia ja toksikologia*. Medicina Oy: Kuopio. 343-362

Kaukinen, S 2007a: Yleisanestesia-aineet. Teoksessa Koulu, Tuomisto (toim.): *Farmakologia ja toksikologia*. Medicina Oy: Kuopio. 329-342.

Kaukinen, S 2007b: Perifeeriset lihasrelaksantit. Teoksessa Koulu, Tuomisto (toim.): *Farmakologia ja toksikologia*. Medicina Oy: Kuopio. 211-222.

Kylmä, Jari - Hakulinen, Tuovi - Pelkonen, Marjaana 2004. Laadullinen tutkimus ja näyttöön perustuva hoitotyö. *Hoitotiede* 16 (6). 250-256.

Kymäläinen, Minna 2007. *Entropia*. Spirium 42 (3). 11-12.

Latvala, Eila - Vanhanen-Nuutinen, Liisa 2003: Laadullisen hoitotieteellisen tutkimuksen perusprosessi: Sisällönanalyysi. Teoksessa Janhonen, Sirpa - Nikkonen, Merja (toim.): *Laadulliset tutkimusmenetelmät hoitotieteessä*. WSOY: Helsinki. 21-43.

Leino-Kilpi, Helena - Lauri, Sirkka 2003: Näyttöön perustuvan hoitotyön lähtökohdat. Teoksessa Lauri, Sirkka (toim.): *Näyttöön perustuva hoitotyö*. WSOY: Helsinki. 7-20.

Luginbühl, M - Wütrich, S - Petersen-Felix, S - Zbinden, A. M. - Shnider T. W. 2003: Different benefit of bispectral index (BIS™) in desflurane and propofol anesthesia. *Acta Anesthesiologica Scandinavica* 47:165-173.

Lukkari, Liisa - Kinnunen, Timo - Korte, Ritva 2007. *Perioperatiivinen hoitotyö*. WSOY: Helsinki

Lääketieteen sanasto 2008: *Terveyskirjasto*. Verkkodokumentti. Luettu 23.9.2008. [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_haku=anestesia&p\\_artikkeli=ltt00196](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_haku=anestesia&p_artikkeli=ltt00196)

Lääketieteen termit 2009: Terveyskirjasto. Verkkodokumentti. Luettu 23.02.2009.

[http://www.terveysportti.fi/terveysportti/REX.REX\\_TERMINOLOGIA.Tulokset?p\\_hakusana=yleisanestesia&p\\_valinta=LT](http://www.terveysportti.fi/terveysportti/REX.REX_TERMINOLOGIA.Tulokset?p_hakusana=yleisanestesia&p_valinta=LT)

Musialowicz, Tadeusz - Pölönen, Pekka 2001: Auditiviset herätevasteet anestesian ja sedaation syvyyden arvioinnissa. *Finnanest* 34 (2): 135-137.

Nishiyama, Tomoki - Hanaoka, Kazuo 2004: The A-line ARX may be more sensitive detector of arousal than the bispectral index during propofol - fentanyl - nitrous oxide anesthesia: a preliminary investigation. *Canadian Journal Of Anesthesia* 51 (6): 539-544.

Orser, Beverley A - Mazer, David - Baker, Andrew J 2008: Awareness during anesthesia. *Canadian Medical Association Journal* 178 (2): 185-188.

Orser, Beverley A 2008: Depth-of-Anesthesia Monitor and the Frequency of Intraoperative Awareness. *The New England Journal of Medicine*. 358 (11): 1189-1191.

Pudas-Tähkä, Sanna-Mari - Axelin, Anne 2007: Teoksessa Ääri, Riitta-Liisa (toim.): *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen*. Turun yliopisto. 46-57.

Puura, Arto 2001: *Speeding up the Course of the Neuromuscular Block*. Väitöskirja. Tampereen yliopisto.

Ranta, Seppo 2002: *Awareness with recall during general anesthesia*. Väitöskirja. Helsingin yliopisto.

Riad, W - Schreiber, M - Saeed, A.B. 2007: Monitoring with EEG entropy decreases propofol requirement and maintains cardiovascular stability duringg induction of anaesthesia in elderly patients. *European Journal of Anaesthesiology* 24 (8): 684-688.

Schneider, G - Gelb, A. W. - Schmeller, B - Tschakert, R - Kochs, E 2003: Detection of awareness in surgical patients with EEG-based indices - bispectral index and patient state index. *British Journal of Anesthesia* 91 (3): 329-335.

Seitsonen, Elina 2007: Studies on the assessment of the adequacy of anesthesia. Väitöskirja. Department of Anesthesia and Intensive Care Medicine. Helsinki University Hospital. University of Helsinki.

Sigalovsky, Natalie 2003: Awareness under general anesthesia. American Association of Nurse Anesthetists 71 (5): 373-379.

Stolt, Minna - Routasalo, Pirkko 2007: Teoksessa Ääri, Riitta-Liisa (toim.): Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turun yliopisto. 58-70.

Syvälähti, E - Hietala, J 2007: Anksiolyyttiset lääkeaineet ja unilääkkeet. Teoksessa Koulu, Tuomisto (toim.): Farmakologia ja toksikologia. Medicina Oy: Kuopio. 389-402.

Sarajärvi, Anneli - Markkanen, Päivi 2009. Näyttöön perustuvan hoitotyön osaamisen vahvistaminen työelämässä. Kehittämiprojektin alkukartoituksen tulokset ja toimintamallin muodostamisprosessi. Helsingin kaupungin terveyskeskuksen raportteja.

Vakkuri, Anne - Yli-Hankala, Arvi 2004: EEG:n entropia anestesian seurannassa. Spiritum 39 (4). 4-6.

Vakkuri, A - Yli-Hankala, A - Sandin, R - Mustola, S - Hoymork, S - Nyblom, S - Talja, P - Sampson, T - van Glis, M - Viertiö-Oja, H 2005: Spectral entropy monitoring is associated with reduced propofol use and faster emergence in propofol-nitrous oxide-alfentanil anesthesia. Anesthesiology 103 (2): 274-279.

Vanluchene, A. L. G. - Struys, M. M. R. F. - Heyse, B. E. K. - Mortier, E. P. 2004: Spectral entropy measures of patient responsiveness during propofol and remifentanil. A comparison with the bispectral index. British Journal of Anesthesia 93 (5): 645-54.

Vereecke, Hugo 2007: The use of fast extracted mid-latency auditory evoked potentials monitoring to improve the measurement of the hypnotic component of anesthesia. Väitöskirja. Department of anesthesia. Ghent University Medical School.

Vilka, Hanna 2005: Tutki ja kehitä. Tammi: Helsinki.

Warrén Stomberg, Margareta - Sjöström, Björn - Haljamäe, Hengo 2001: Routine intra-operative assessment of pain and/or depth of anaesthesia by nurse anaesthetists in clinical practice. *Journal of Clinical Nursing*. 2001 (10). 429-436.

Weber, Frank - Bein, Thomas - Hobbahn, Jonny - Taeger, Kai 2004: Evaluation of the Aalaris Auditory Evoked Potential index as an indicator of anesthetic depth in preschool children during induction of anesthesia with sevoflurane and remifentanyl. *Anesthesiology* 101: 294-298.

White, Paul F - Tang, Jung - Romero, Gladys F - Wender, Ronald H - Naruse, Robert - Sloninsky, Alexander - Kariger, Robert 2006: A Comparison of State and Response Entropy Versus Bispectral Index Values During the Perioperative Period. *Anesthesiology and Analgesia* 120: 160-167.

Yli-Hankala, Arvi 2000. Aivosähkökäyrän seuranta parantaa anestesia lääkkeiden annostelutarkkuutta. *Spirium* 35 (3). 14-15.

Yli-Hankala, Arvi 2002. Anestesian syvyyden monitorointi. *Spirium* 37 (2). 11-13.

Yli-Hankala, Arvi 2003: EEG:n entropia anestesian syvyyden mittarina. *Finnanest*. 36 (5): 430-433.

## HAKUHISTORIA

Hakusana(t)	Tietokanta/Hakukone	Lajittelu	Osumat	Katsotut	Otsikon perusteella valitut	Tiivistelmän perusteella valitut	Valitut
Perioperative nursing ja depth of anesthesia	Nelli	Relevanssi	5	5	0	0	0
Monitor? ja depth of anesthesia	Nelli	Relevanssi	863	64	20	6	4
Aneste? ja syvyys	Nelli	Relevanssi	2	2	1	1	1
Depth of anesthesia ja nursing	Nelli	Relevanssi	26	26	1	1	1
Nurse ja anaesthesist	Nelli	Relevanssi	53	30	2	0	0
Intraoperative nursing ja depth of anesthesia	Nelli	Relevanssi	4	4	0	0	0
Anest? ja riittävyys	Nelli	Relevanssi	1	1	0	0	0
M-Entropy	OVID	Relevanssi	3	3	1	1	1
Entropy	MEDIC	Relevanssi	4	2	2	2	2
Anest? ja adequacy	Nelli	Relevanssi	479	50	4	1	1
Auditory evoked potentials anesthesia	Google Scholar	Aika	7760	30	7	3	3
Spectral entropy	Google Scholar	Aika	14800	40	8	2	2
State entropy	Google Scholar	Aika	16800	50	6	3	3
Neuromuscular monitoring	Google Scholar	Aika	15800	30	5	1	0
Käsin haetut/muiden tutkimusten lähteistä/sattumalöydökset							11
<b>Yhteensä</b>			<b>56600</b>	<b>337</b>	<b>57</b>	<b>21</b>	<b>29</b>

ANALYYSIKEHYS

Tekijä(t), vuosi, maa, jossa tutki- mus tehty	Tarkoitus	Kohderyhmä (otos)	Aineiston keruu ja analysointi	Päätulokset	Huomattavaa
Anderson ja Jakobson 2003 Ruotsi	Tutkia EEG:n entropiaan pohjautuvaa anestesian syvyyden mittarin sovel- tuvuutta anestesian annon aikana käytettäessä pro- pofolia tai ilokaasua	20 satunnaisesti valittua päiväki- rurgista potilasta (5, miestä 15) naista jaettuna kahteen ryhmään	Toiselle ryhmälle annettiin propofolibo- luksia kunnes he eivät enää vastanneet suul- liseen käskyyn, toisel- le ryhmälle annettiin esilääkityksenä 30 mg propofolia i.v. jonka jälkeen annettiin ilo- kaasua kunnes uloshengityksen pitoi- suus oli 75 %. Mitta- ukset suoritettiin 10 min välein M-Entropy moduulilla.	RE ja SE laskivat asteit- tain propofoliannosta lisät- täessä. Tajunnan menetys tapahtui keskimäärin ar- voilla RE 40 ja SE 34. Ilokaasun lisääminen ei vaikuttanut RE- tai SE – arvoihin. Tulokset eivät kerro olisiko M-Entropy luotettavampi kuin BIS tai auditiiviset herätepotenti- aalit anestesian syvyyden mittaamisessa.	
Avidan ym. 2008. Yh- dysvallat	Selvittää onko <b>BIS</b> :iin perustuva menetelmä parempi ehkäisemään hereillä oloa anestesian aikana kuin menetelmä, jossa käytetään loppu- uloshengityksen anesteet- tipitoisuuden mittaamista <b>(ETAG)</b> .	2000 satunnaisesti valittua potilasta jaettuna kahteen ryhmään, joista toisella käytettiin BIS-menetelmää ja toisella ETAG- menetelmää. n=1000/ryhmä.	Anestesian aikaiset kohde-arvot olivat BIS:llä 40-60 ja ETAG:lla 0.7-1.3 MAC. Postoperatiivi- sesti potilaiden anes- tesian aikaista hereillä oloa arvioitiin kol- messa jaksossa; 0-24 h, 24-72 h ja 30 vrk ekstuboinnin jälkeen.	BIS-ryhmässä arvioitavia potilaita oli 967 ja ETAG- ryhmässä 974. Kummas- sakin ryhmässä ilmeni kaksi selvää hereilläoloa anestesian aikana. Hereil- läoloa ilmeni siitä huoli- matta, että anestesiassa pysyttiin BIS ja ETAG – kohdearvojen sisällä. Tut- kimus ei pysty osoitta- maan BIS -menetelmä paremmuutta verrattuna ETAG -menetelmään. Tutkimus ei suosittelen BIS -monitorointia rutiini- omaisena menetelmänä.	Saadaan kriittistä tutkimustulosta BIS- monitoroinnin käytöstä anes- tesiasyvyyden tarkkailussa.
Bowdle 2006	Kirjallisuuskatsaus			Esittelee erilaisia aivosäh- kökäyrään perustuvia anestesian syvyyden tark- kailumenetelmiä.	
Enlund, Jansson 2007 Ruotsi	Tutkia AEP:n, SE:n ja RE:n soveltuvuutta ha- vaita sevofluraanikon- sentraation muutoksia, leikkauksen aikaisia är- sykkeitä, anestesian in- duktio ja herääminen.	10 aikuispotilasta	Potilaita monitoroitiin AEP ja ENTROPY - monitoreilla ja lasket- tiin kuinka monta em. muutoksis- ta/ärsykkeistä havait- tiin. Tulosten vertai- lussa käytettiin Wil- coxonin merkkiteistä.	ENTROPY monitori pär- jäsi huomattavasti parem- min, kuin AEP. Kuitenkin parhaimmillaankin puolet muutoksista havaittiin.	
Hans, De- wandre, Brichant, Bonhomme 2005 Belgia	Vertailla ketamiinin vai- kutusta BIS:iin, RE:hen ja SE:hen sevoflu- raanianestesian aikana	22 naispotilasta	Sevofluraanianestesi- an aikana potilaat saivat joko ketamiini- tai keittosuolaboluk- sen BIS., RE- ja SE- arvot mitattiin joka 2.5 minuutti 10 min ennen ja 15 min bo- luksen annon jälkeen.	RE- ja SE nousivat suh- teessa enemmän, 10,4 % ja 10,9 %, kuin BIS, 10,4 %.	

			Jokaiselta potilaalta laskettiin maksimaalinen suhteellinen arvojen nousu. Tulosten vertailuun käytettiin Bonferroni-korjattua Wilcoxonin testiä.		
Hemmerling, Le 2007 Kanada	Tarkastella ja tuoda esiin uusia anestesian aikana käytettäviä neuromuskulaarisen monitoroinnin tekniikoita. Kirjallisuuskatsaus	PubMedistä löydettyt relevantit artikkelit		Objektiivinen neuromuskulaarinen monitorointi on korvaamaton työväline. MMG soveltuu parhaiten tutkimustarkoituksiin, kun taas AMG on hyödyllisin kliinisessä käytössä, koska se voidaan asettaa useaan lihakseen ja sitä on käytetty pitkään. KMG on pätevä lihastoiminnan palautumisen mittari AP-lihaksesta. CS-lihaksen seuranta reflektoi kurkunpään relaksaatiota paremmin kuin AP, joten sitä voidaan käyttää intubaation ajankohdan määrittämiseen. AP on puolestaan paras relaksaatiosta palautumisen mittari, koska se on viimeinen lihas jonka voima palautuu. TOF-suhteen tulisi olla > 0.90 ennen potilaan herätystä ja	
Jäntti, Baer, Rorarius, Alahuhta 2004 Suomi	Finnanest-lehden artikkeli				Yleistietoa anestesiasta ja sen tarkkailusta EEG:n avulla
Kymäläinen 2007 Suomi	Anestesiahoijan kirjoittama artikkeli entropian käytöstä anestesian syvyyden tarkkailussa. Spirium -lehti.				Hoitotyön näkökulmaa anestesian syvyyden tarkkailuun.
Luginbühl, Wütrich, Petersen-Felix, Zbinden, Scneider 2003	Verrata hypnoottisten lääkkeiden käyttöä, toipumista, potilastyytyväisyyttä ja riittämätöntä sedaatiota BIS – monitoroitujen ja ilman monitorointia nukutettujen naisten välillä käytettäessä desfluraania ja propofolia	160 gynekologiseen leikkaukseen tulevaa naispotilaita	Potilaat jaettiin BIS-ryhmään ja kontrolliryhmään. Kumpaakin ryhmää monitoroitiin BIS:llä, mutta kontrolliryhmässä monitorit oli peitetty. BIS:n tavoitearvo oli 45 – 55. Nukutuksessa käytettiin joko desfluraania tai propofolia.	BIS ryhmässä propofolia käytettäessä toipuminen anestesiasta nopeutui ja propofolin käyttö väheni, desfluraania käytettäessä oli vähemmän postoperatiivista pahoinvointi ja pahoinvointilääkkeiden käyttöä ja koko BIS -ryhmässä BIS arvo nousi harvemmin >60, kuin kontrolliryhmässä.	
Musialowicz, Pölönen 2001	Artikkeli Finnanest-lehdessä				Perustietoa EEG:stä, BIS:stä ja auditiivisista heräevasteista.
Nishiyama, Hanaoka 2004 Japani	Vertailla muutoksia A-line ARX-indeksissä (AEP monitori) BIS-indeksiin propofoli-	80 naispotilasta	Potilaat jaettiin AAI ja BIS ryhmiin, kumpienkin arvojen lisäksi tarkkailtiin indeksi-	AAI nousi huomattavasti, mutta BIS ei larynxmaskin laitton yhteydessä. AAI:n vaihtelu oli pienempää	

	fantanyyli-N2O - anestesiassa		en palautumisaikaa diatermian jälkeen.	kuin BIS:n. AAI palautui nopeammin diatermian jälkeen, kuin BIS.	
Orser ym. 2008. Kana- da	Tieteellinen artikkeli anestesian aikaisesta tie- toisuudesta. Kuvaa syitä, riskitekijöitä ja mahdolli- sia ratkaisuja. Esittää myös kritiikkiä nykyisistä menetelmistä.			Tietoisuutta yleisanestesi- an aikana on n. 1-2/1000 potilasta. Useimmilla muistikuvia kuulemistaan äänistä tai unista. Kipu muistikuvia kuitenkin esiintyy 36 %:lla potilais- ta. Riskitekijöitä ovat ikä, sydänperäiset rajoitukset, päihneiden käyttö, resis- tenssi lääkkeille ja aikai- semmat anestesian aikaiset hereilläolot. Leikkauksista riskiä aiheuttavat sydän ja traumaleikkaukset sekä keisarileikkaukset. Ennal- taehkäisyssä tärkeää am- mattitaitoisen anes- tesiahenkilökunnan suorit- tama monitorointi ja mah- dollisesti bentsodiatsepiin- in käyttö muistin estämi- seksi. Nykyisiä neurofy- siologisia monitoreja ai- noana arviointimittarina ei suositella rutiinikäyttöön anestesian syvyyden arvi- oimisessa.	Saadaan kuvausta erilaisista mene- telmistä anes- tesiasyvyuden tarkkailussa ja riskitekijöitä jot- ka voivat olla syynä liian kevy- een anestesiaan. Saadaan myös viitteitä siihen miten sopivaa anestesiaa voidaan tutki- musten mukaan ylläpitää.
Orser 2008. Kanada	Tieteellinen artikkeli jossa kuvataan anestesian syvyyden mittareiden ja etenkin lääkeaineiden vaikutusta anestesian aikaiseen hereilläoloon.			Anestesian aikaista hereil- läoloa esiintyy anestesian syvyyden mittareiden oi- keanlaisesta käytöstä huol- limatta. Anestesia-aineet vaikuttavat eri tavoilla ja haasteena onkin anestesian aikaisen hereilläolon vält- tämiseksi tutkia miten ja missä osassa aivoja eri anestesia aineet vaikutta- vat.	
Puura 2001 Suomi	Väitöskirja lihasrelaksa- tiosta	291 potilasta	Lihasselaksaatio mo- nitoitiin käden li- haksista. Mitattiin käyttäen TOF ja EMG menetelmiä.	Oikeilla menetelmillä, oikeilla lääkevalinnoilla ja huolellisella monitoroin- nilla voidaan merkittävästi nopeuttaa relaksaation kulkua anestesian aikana.	
Ranta 2002 Suomi	Väitöskirja anestesian aikaisesta hereilläolosta	3868 potilastapa- usta	Strukturoidun haastat- telun avulla kerätty tietoa.	Anestesian aikaista hereil- läoloa ei voida havaita standardi monitoroinnilla. Parempia menetelmiä on kehitettävä.	
Riad, Schreiber, Saeed 2007 Saudi- Arabia	Osoittaa entropiamonito- roinnin vaikutus propofol- in käyttöön ja hemody- naamisiin arvoihin anes- tesian induktion aikana vanhuspotilailla.	72 vanhuspotilas- ta	Potilaat jaettiin kont- rolliryhmään ja entropi- aryhmään. Kontrolli- ryhmä sai suositus- ten mukaisen annok- sen propofolia ja ent- ropiaryhmä sai pro- pofolia kunnes SE oli	Propofolin kokonaiskäyttö väheni 37.1 % ja annos per kilo väheni 31.8 %.	

			5 ja SE:n ja RE:n erotus oli alle 10		
Schneider, Gelb, Schmeller, Tschakert ja Kochs 2002 Saksa	Mitata PSI:n tai BIS:n soveltuvuutta erottaa potilaan tajuttomuus ja tajuissaan oleminen anestesian antovaiheessa ja anestesiasta heräämisvaiheessa. Lisäksi tunnistaa mahdollinen anestesian aikainen hereilläolo.	40 aikuispotilasta, jotka tulivat suunniteltuun leikkaukseen, ASA I-II	Potilaat jaettiin neljään ryhmään ja he saivat sevofluraani/remifentaniili tai propofoli/remifentaniili – yhdistelmää joko $\leq 0,1$ ug/kg min tai $\geq 0,2$ ug/kg min. PSI ja BIS arvoja vertailtiin tajunnan menetys (LOC1 ja LOC2)- ja palaamishetkillä (ROC1 ja ROC2). Lukujen vertailussa käytettiin varianssi-analyysia (ANOVA).	Potilaan ollessa hereillä ei BIS tai PSI –arvoissa ollut huomattavia eroja. BIS –arvot olivat huomattavasti alhaisempia tajuttomilla (65) kuin reagoivilla (80) potilailla. Liharelaksaatio ei vaikuta BIS:iin. BIS:n suositusarvoilla voi esiintyä liian syvää/pinnallista anestesiaa, kuitenkin niistä on apua anestesian syvyyden arvioinnissa muiden monitorien ohella.	
Seitsonen 2007	Väitöskirja riittävän anestesian arvioinnista	344 naispotilasta			Perustietoa EEG:aan perustuvista menetelmistä ja anestesian syvyyden tarkkailusta.
Sigalowsky 2003. Yhdysvallat	Kirjallisuuskatsaus joka esittelee anestesian monitorointi menetelmiä ennen kaikkea anestesianaikaisen hereilläolon havaitsemisen ja ehkäisyn näkökulmasta.			Useita anestesian syvyyden arviointiin käytettäviä menetelmiä on olemassa mutta yksikään niistä ei ole ihanteellinen ja 100 prosenttisesti luotettava.	Perustietoa erilaisista anestesian syvyyden mitta-rista ja anestesian syvyyden tarkkailusta. Luo myös pohjan pohdinnalle siitä minkälainen olisi ihanteellinen anestesian syvyyden mittari.
Vakkuri - Yli-Hankala 2004	Artikkeli entropiasta anestesian seurannassa. Spirium -lehti.				Tietoa entropian toiminnasta, tulkinnasta, käytöstä ja ongelmatilanteista.
Vakkuri ym. 2005. Suomi	Arvioi Spektraalisen entropia monitoroinnin vaikeudesta anestesia aineiden käytön määrään ja anestesiasta toipumiseen kuluvaan aikaan.	368 potilasta kuudessa sairaalassa Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa.	Potilaat jaettiin sattumanvaraisesti kahteen anestesian aikaiseen ryhmään, jossa toisessa käytettiin spektraali entropia arvoja ja toisessa ei. Anestesiaa ylläpidettiin propofolilla, typpioksiduulilla ja alfentaniililla. Entropia ryhmässä entropia arvot pyrittiin pitämään 45-65 välillä propofolin avulla.	Entropiamonitoroinnin todettiin auttavan propofolin annostelussa, erityisesti leikkausten loppuvaiheessa, vähentävän propofolikulutusta ja lyhentävän toipumisaikaa.	
Vanluchene ym. 2004. Belgia	Vertailututkimus, jossa vertaillaan Spektraali entropian ja BIS:n kykyä mitata reagoinnin vähenemistä verbaaliseen ja	60 potilasta jaettuna kolmeen 20 hengen ryhmään.	Ryhmille toteutettiin anestesia propofoli infuusiolla ja ryhmästä riippuen joko annettiin tai ei annettu	Kaikki mittarit havaitsivat verbaalisen ärsykkeen ja BIS oli hieman herkempi havaitsemaan. Remifentaniililla oli vaikutusta	Hyvää vertailutietoa entropian ja BIS:n välillä.

	kirurgiseen ärsytykseen propofoli infuusio anestesias- remifentaniililla ja ilman.		remifentaniilia. Mittareiden kykyä ennakoida verbaalista ja kirurgista ärsytystä verrattiin SE ja RE entropia arvoissa sekä BIS arvoissa esiintyviin muutoksiin.	kaikkiin mittareihin mutta se ei vaikuttanut verbaalisen ärsyksen havaitsemiseen. Mikään mittareista ei pystynyt ennakoimaan kirurgista ärsytystä.	
Verecke 2007	Väitöskirja auditivisista herätevasteista				Tietoa auditivisista herätevasteista ja sen käytöstä anestesian syvyyden tarkkailussa. Lisäksi tietoa anestesia-aineista.
Warrén Stomberg, Sjöström, Haljamäe 2000 Ruotsi	Arvioida kuinka anestesiahoidot arvioivat ja tulkitsevat leikkauksen aikaisia kipua ja liian pinnalliseen anestesiaan liittyviä vasteita	223 anestesiahoitajaa yhdeksältä eri yliopistolliselta anestesiaosastolta	Haastattelulomake, joka analysoitiin SPSS -ohjelmalla tilastollisia menetelmiä käyttäen. Potilaat jaettiin tulosten perusteella spontaanisti hengittäviin ja mekaanisesti ventiloitaviin	Spontaanisti hengittäville potilailla muutoksia hengitystaajuudessa ja -tilavuudessa tai verenpaineessa ja sykkeessä sekä kyönelehtimistä ja kosteaa tai tahmeaa ihoa pidettiin kivun merkinä, kun taas irvistysten, liikkumisyri-tysten tai ei-keskittyneiden pupillien ajateltiin johtuvan liian pinnallisesta anestesiasta. Pois lukien hengitysmuutokset, samoja indikaattoreita käytettiin myös mekaanisesti ventiloitavien potilaiden kipua/anestesian syvyyttä arvioitaessa.	
Weber ym. 2004. Saksa	Arvioida AAI (auditivisen herätevaste indeksin) suorituskykyä sevofluraani - remifentaniili anestesian induktiossa pediatriisilla potilailla.	20 esikouluikäistä potilasta.	Anestesiassa käytettiin sevofluraani - remifentaniili aineita. Vertailtiin AAI:n, sydämen sykearvon ja valtimon paineen keskiarvon kykyä erottaa eri sedaation tasot ennen inhalaatioanestesian aloittamista ja sevofluraani anestesian aikana remifentaniili infuusiolla ja ilman.	AAI pystyy paremmin ennustamaan anestesian eri tasoja kuin hemodynaamiset vasteet ja on luotettava mittari erottelemaan hereilläolon tason ja sedatoidun tason. AAI arvoissa esiintyi kuitenkin yksilöllistä vaihtelua ja päällekkäisyyttä erilaisten kliinisten olosuhteiden välillä.	Antaa tietoa auditivisista herätevasteista ja niiden käytöstä.
White ym. 2006. Yhdysvallat	Vertailututkimus, jossa testataan hypoteesia: Entropiaa käytettäessä arvoissa esiintyy vähemmän leikkauksen aikaisia häiriöitä kuin käytettäessä BIS -monitorointia propofoli - desfluraani yleisanestesian aikana.	30 potilasta jotka menossa laparoskopiseen leikkaukseen.	Jokaiselta potilaalta tallennettiin perusarvot ja leikkauksen aikana tallennettiin sekä entropian SE ja RE arvoja sekä BIS -arvoja tiettyinä ajanjaksoina jokaisessa anestesian vaiheessa. Ylläpitovaiheessa muutoksia tarkkailtiin jokaisen lääkkeenlisäyksen yhteydessä.	Hypoteesi osoitettiin oikeaksi, eli entropiaa käytettäessä arvoissa esiintyy vähemmän leikkauksen aikaisia häiriöitä kuin BIS-monitoroinnissa propofolidesfluraani yleisanestesian aikana.	Tietoa Entropian ja BIS -menetelmien käytöstä leikkauksen aikana.

LIITE 2  
6 (6)

Yli-Hankala 2000	Artikkeli ”Aivosähkö- käyrän seuranta parantaa anestesiaalääkkeiden an- nostelutarkkuutta” Spiri- um -lehti				Tietoa BIS:n käy- töstä ja sen rajoi- tuksista käytän- nössä.
Yli-Hankala 2002	Artikkeli ”Anestesia sy- vyyden monitorointi” Spirium -lehti				Paljon perustietoa anestesian osa- alueista, lääkkeis- tä ja syvyyden mittaamisesta.
Yli-Hankala 2003. Suomi	Tutkimusartikkeli			Esittelee EEG:n entropian anestesian syvyyden mitta- rina ja M-Entropy laitteen toimintaa ja sen ominai- suuksia kliinisessä käytös- sä.	Antaa opinnäyte- työhön tietoa entropian käytös- tä ja toiminnasta anestesian sy- vyyden mittaami- sessa.

