

Anestesiahoitaja ja EEG-pohjainen unen syvyyden arviointi

Kirjallisuuskatsaus

Pinja Pehkoma
Auli Vesanen

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2018
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala
Sairaanhoitaja (AMK), hoitotyön tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Pehkomaa, Pinja Vesanen, Auli	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 3/2018
	Sivumäärä 36	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Anestesiahoitaja ja EEG-pohjainen unen syvyyden arviointi Kirjallisuuskatsaus		
Tutkinto-ohjelma Hoitotyön koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Holma, Sinikka; Ratinen, Pirkko		
Toimeksiantaja(t)		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoitus oli koota tutkimustietoa unen syvyyden arvioinnista EEG:n avulla tuoden siihen anestesiahoitajan näkökulman. Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda tietoa, miten anestesiahoitaja voi tulkita ja arvioida EEG-pohjaista unen syvyyden mittausta ja sen luotettavuutta. Opinnäytetyön tutkimuskysymys on: Miten anestesiahoitaja voi hyödyntää EEG:tä unen syvyyden arvioinnissa? Opinnäytetyö on toteutettu kirjallisuuskatsauksena.</p> <p>Unen syvyyden arviointi raa'an EEG:n avulla on haastavaa ja sen visuaalinen tulkinta vaatii neurofysiologista tuntemusta, eikä spontaanista EEG:stä voida varmuudella nähdä tajuisuutta. Anestesian syvyyden määrittely EEG:n avulla perustuu EEG:n signaalin muutoksiin anestesia- aineiden määrän kasvaessa. Valitut tutkimukset löytyivät Medicistä.</p> <p>Tutkitusta aineistosta kävi ilmi, että unen syvyyden monitorointiin on kaksi syytä, anestesia-aineiden yli- ja aliannostelun välttäminen. Unen syvyyttä voi seurata EEG:n avulla, jonka tiedetään muuttuvan yleisanestesian aikana potilaan unen syvyyden mukaisesti, mutta muutokset EEG:ssä voivat johtua myös fysiologisista syistä. Pienet määrät hypnoottisia lääkkeitä nostavat EEG:n taajuutta, kun taas korkeat annokset hypnoottista lääkettä laskevat EEG:n taajuutta. EEG- signaaliin voivat vaikuttaa erilaiset häiriötekijät ja artefaktit jotka voivat aiheuttaa virheellistä tietoa, myös monet erilaiset yleisanestesiassa käytettävät lääkeaineet, joilla on vaikutus EEG:hen, tekevät unen syvyyden arvioinnista haasteellista. EEG-pohjaisten unen syvyyden monitorien on todistettu luotettavasti osoittavan hypnoottisten aineiden aikaansaamaa unen syvyyttä, kun käytössä on ollut GABA-reseptorien kautta toimiva anestesia-aine. Tutkimusten mukaan on tärkeää huomioida, että BIS- ja Entropia-monitoreiden on todettu olevan epäluotettavia käytettäessä NMDA-reseptorien kautta vaikuttavia anestesia-aineita. Eri monitorien indeksien vertaileminen samalla potilaalla yleisanestesian aikana on tärkeää, ymmärtääkseen eri indeksien eroavaisuudet. Johtopäätöksenä nousee esiin, että aiheeseen liittyen voisi olla enemmän koulutusta käytännön hoitotyössä sekä tutkittua tietoa hoitotyön näkökulmasta. On tärkeää osata tulkita potilasta kokonaisuutena EEG:n lisäksi, anestesiahoitajan tulisi osata tulkita raa'asta EEG:stä unen syvyyttä kuvastavat aktiviteetit sekä tiedostaa mahdolliset häiriötekijät ja muutosten syyt.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää käytännön hoitotyössä leikkaussaleissa. Opinnäytetyön tulokset tuovat tukea anestesiahoitajille unen syvyyden arviointiin sekä edistävät yleisanestesian turvallisuutta.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Yleisanestesia, EEG, anestesia- aineet, unen syvyys, anestesiahoitaja, kirjallisuuskatsaus		
Muut tiedot		

Author(s) Pehkomaa, Pinja Vesanen, Auli	Type of publication Bachelor's thesis	Date 3/2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 36	Permission for web publication: x
Title of publication Anesthesia nurse and EEG-based depth of sleep evaluation A literature review		
Degree programme Degree programme in Nursing		
Supervisor(s) Holma, Sinikka; Ratinen Pirkko		
Assigned by		
Abstract <p>The purpose of the thesis was to compile research data of depth of sleep assessment with EEG bringing it anesthesia nurses perspective. The aim of this thesis is to provide information how anesthesia nurse can interpret and evaluate EEG-based depth of sleep measurement and its reliability. The question of the Bachelor's Thesis is: How can an anesthesia nurse benefit from EEG in depth of sleep assessment? The thesis was implemented as a literature review.</p> <p>Evaluating the depth of sleep with raw EEG data is challenging and its visual interpretation requires neurophysiological knowledge, and consciousness cannot be seen with certainty in a spontaneous EEG. The determination of the depth of sleep by EEG is based on changes in the EEG signal as the number of anesthetic agent's increases. The selected studies were found from Medic.</p> <p>According to the examined material, there are two reasons for monitoring the depth of sleep: avoiding over- and under-dosing anesthetic agents. The depth of sleep can be monitored by using EEG because EEG is known to change according to the depth of the patient's sleep. However, changes in the EEG may also be caused by physiological reasons. Small doses of a hypnotic agent increase the frequency of EEG, while high doses of a hypnotic agent lower the frequency of EEG. Different disturbances and artefacts can affect the EEG signal, which can cause false information. Moreover, many different drugs used in anesthesia, which have an effect on the EEG, make the assessment of the depth of sleep challenging. EEG- based depth of sleep monitors have proven reliable in showing the depth of sleep caused by hypnotic agents when using anesthetics that work through the GABA receptors. According to research, it is important to consider that BIS- and Entropy monitors have been found to be unreliable when using anesthetics that work through the NMDA-receptors. Comparison of the indices of different monitors with the same patient during general anesthesia is important in order to understand the differences between the different indices. As a conclusion emerges that there could be more education in practical nursing as well as studied information from a nursing point of view. It is important to be able to interpret the patient as a whole in addition to the EEG, anesthesia nurse should know how to interpret depth of sleep activities from crude EEG as well as be aware of possible disturbances and causes of changes.</p> <p>The results of this thesis can be used in practical nursing in the operating theatre. The results of the thesis can support anesthesia nurses in the evaluation of the depth of sleep and promote general anesthesia safety.</p>		
Keywords/tags (subjects) General anesthesia, EEG, anesthetic's, depth of sleep, anesthesia nurse, literature review.		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto.....	2
2	Yleisanestesia ja yleisanestesiassa käytettävät unen syvyyden mittarit	3
3	Tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymys.....	7
4	Kirjallisuuskatsauksen toteuttaminen.....	8
4.1	Kuvaileva kirjallisuuskatsaus menetelmänä.....	8
4.2	Tiedonhankinnan suunnitelma ja toteutus	9
4.3	Tiedonhankinnan tuloksia	9
4.4	Kirjallisuuskatsaukseen valittu aineisto.....	10
4.5	Aineiston analyysi.....	13
5	Miten anestesiahoitaja voi hyödyntää EEG:tä unen syvyyden arvioinnissa	14
5.1	Unen syvyyden arviointi	15
5.2	EEG:n tulkinta	17
5.3	Yleisanestesian aikainen unen syvyys ja turvallisuus.....	20
5.4	EEG:n häiriötekijät.....	24
6	Pohdinta	26
	Lähdeluettelo	31

Taulukot

Taulukko 1.	Tiedonhankinnan tulokset	10
Taulukko 2.	Valitut artikkelit	11
Taulukko 3.	Tulosten sisältö	15

1 Johdanto

Yli-Hankalan ja Scheiningin (2015, 1929) mukaan tahaton hereillä olo on edelleen merkittävä kliininen ongelma yleisanestesian aikana, huolimatta siitä että, anestesiologinen monitorointi on kehittynyt nopeasti viime vuosina. Yli-Hankalan (2015, 450) mukaan anestesiatyöhön tarvitaan oikeanlaisen asenteen lisäksi perustiedot farmakokinetiikasta ja dynamiikasta, sekä ymmärrystä monitoroinnin rajoituksista. Hän myös mainitsee, ettei anestesian aikainen tahaton hereillä olo tule loppumaan vain erilaisia mittareita käyttämällä. Suomalaiseen hoitokäytännön mukaan anestesia lääkäri ei välttämättä ole läsnä leikkaussalissa koko leikkauksen aikaa, vaikka tämä olisi suotavaa. Näin ollen käytännön toteutus jääkin toisinaan anestesiahoitajan tehtäväksi, mutta anestesian toteuttamisen vastuu on aina lääkärillä. Niskanen, Vakkuri, Meretoja ja Alahuhta tuovat esille tutkimuksessaan vuoden 1997 Suomen Anestesiologiyhdistys ry:n tekemät suositukset anestesiaryhmän työnjaosta, jonka mukaan anestesia lääkäri voi siirtää osia anestesian toteuttamisesta anestesiaan koulutetulle tai perehdytetylle sairaanhoitajalle. Anestesiahoitaja vastaa omasta työstään, mutta anestesia lääkäri on kuitenkin vastuussa anestesiasta. (Niskanen, Vakkuri, Meretoja & Alahuhta 2004, 2153.) Tengvallin mukaan anestesiahoitaja toimii työparina anestesia lääkärin kanssa. Anestesiahoitajalta edellytetään monipuolista osaamista, anestesiahoitajat toimivat hoitotyön asiantuntijoina itsenäisesti sekä lääkärin määräysten mukaisesti. (Tengvall 2010, 1.)

Yleisanestesian laatua voidaan parantaa merkittävästi EEG-monitoroinnin avulla, BIS-monitoroinnin on todettu vähentävän 82 % yleisanestesian aikaisen hereilläolon riskiä suuren riskin potilailla (Yli-Hankala & Scheinin 2015, 1934). Liukkaan ja Räisäsen (2013, 172-179) mukaan aivot ovat anestesian tärkein kohde-elin. EEG-monitoroinnista ei tule Yli-Hankalan mukaan luopua (Yli-Hankala 2015,451).

Opinnäytetyön tarkoitus on koota tutkimustietoa unen syvyyden arvioinnista EEG:n avulla yleisanestesian aikana tuoden siihen anestesiahoitajan näkökulman. Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda tietoa miten anestesiahoitaja voi tulkita ja arvioida EEG-pohjaista unen syvyyden mittausta ja sen luotettavuutta.

Opinnäytetyön tutkimuskysymys on: Miten anestesiahoitaja voi hyödyntää EEG:tä unen syvyyden arvioinnissa? Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää käytännön hoitotyössä leikkaussaleissa. Opinnäytetyön tulokset tuovat tukea anestesiahoitajille unen syvyyden arviointiin sekä edistävät yleisanestesian turvallisuutta.

2 Yleisanestesia ja yleisanestesiassa käytettävät unen syvyyden mittarit

Anestesiahoitajat työskentelevät perioperatiivisen hoitotyön asiantuntijoina leikkaussaleissa. Anestesiahoitajan työntavoitteena on potilaan turvallisuuden takaaminen, paremman terveydentilan saavuttaminen, nykyisen terveydentilan säilyttäminen ja kärsimyksen lievittäminen. (Tengvall 2010, 1.) Nuutisen (2006, 23-25) mukaan anestesiahoitajan työnkuvaan kuuluvat potilaan kokonaisvaltainen perioperatiivinen hoito, preoperatiivinen haastattelu, potilaan tietoihin tutustuminen sekä anestesian valmistelu. Lisäksi työnkuvaan kuuluvat erilaisten valvontalaitteiden ja monitorien käyttö sekä laitteiden tuottaman tiedon tulkitseminen ja siihen reagointi, kirjaaminen ja raportointi, potilaan voinnissa tapahtuvien muutosten sekä elvytystarpeen tunnistaminen. Anestesiahoitaja huolehtii potilaan fyysisestä, psyykkisestä sekä sosiaalisesta turvallisuudesta ja intymiteettisuojusta perioperatiivisen hoidon aikana, toteuttaa postoperatiivista hoitoa ja valvontaa lääkärin ohjeiden mukaisesti sekä arvioi ja hoitaa kipua.

Yleisanestesiolla tarkoitetaan nukutus- ja kipulääkkeillä sekä lihasrelaksanteilla aiheutettua tilapäistä tajuttomuutta ja kipu- ja ärsyketunnon sekä haitallisten vasteiden puuttumista (Lääketieteen termit 2016.). Rosenbergin (2014) mukaan yleisanestesia koostuu kolmesta pääosasta anestesiasta(nukutus), analgesiasta (kipulievitys) ja lihasrelaksaatiosta.

Yleisanestesian vaikutukset kohdistuvat keskushermostoon, joka koostuu aivoista ja selkäytimestä. Yleisanestesian tavoitteena on tila, jossa potilaalle voidaan suorittaa

kirurginen toimenpide. Yleisanestesiassa käytetään samanaikaisesti useita eri lääkeaineita, joilla lamataan keskushermostossa tapahtuvat tajunnan, tietoisuuden ja kivun hermoihin liittyvät tapahtumat, sekä lamataan tahdonalainen lihastoiminta. (Yli-Hankala & Scheinin 2015, 1929.)

Tässä opinnäytetyössä **unella** tarkoitetaan yleisanestesian aikaista unta ja **unen syvyyttä**. Yleisanestesian ylläpitovaiheen uni on enemmän koomaa muistuttava tila kuin normaalia fysiologista unta, yleisanestesiaaun aikana potilas ei ole herätettävissä, ennen kuin hypnoottisen lääkeaineen pitoisuus on laskenut tarpeeksi lääkkeenannon lopetuksen jälkeen. Yleisanestesian aikaisessa unessa tavoitteena on, että potilas on täysin kykenemätön kokemaan tai tuntemaan mitään. (Yli-Hankala & Scheinin 2015, 1929-1930.)

Kortelaisen (2011, 23.) mukaan anestesian syvyyttä voidaan arvioida tarkkailemalla kliinisiä fysiologisia merkkejä, kuten tarkkailemalla potilaan hengitystä, lihasjännitystä, verenpainetta ja sykettä sekä silmän liikkeitä ja kynelehtimistä. Saano ja Taam-Ukkonen (2015, 651-652) tuovat esille, kuinka uni on syvää, jos silmäluomet eivät liikahta, kun ripsiä hipaistaan. Salmenperän ja Yli-Hankalan (2016, 325) mukaan anestesian aikaisella aivojen toiminnan valvonnalla pyritään välttämään aivoiskemiaa, tunnistamaan epileptiformista toimintaa aivosähkökäyrässä, sekä arvioimaan anestesian riittävyttä.

Niemi-Murolan (2016, 112) mukaan yleisanestesian aloituksen eli induktion vaiheita ovat potilaan monitoroinnin aloitus, suonyhteyden varmistaminen, hyvä esihapetus, anestesia-lääkkeiden antaminen, hengitystien varmistaminen, potilaan hengityksen avustaminen hengityslaitteen avulla sekä anestesian ylläpidon varmistaminen.

Yleisimmin käytössä olevalla **yhdistelmä- eli kombinaatioanestesiolla** tarkoitetaan hengitettävien ja laskimonsisäisesti annettavien anestesia-lääkkeiden yhdenaikaista käyttöä samanaikaisesti. Kirjallisuudessa tästä yhdistelmästä puhutaan myös balansoituna eli tasapainotettuna anestesianä. (Niemi-Murola 2016, 111.) Tässä opinnäytetyössä puhuttaessa **anestesia-aineista** tarkoitetaan yleisanestesian hypnoottiseen komponenttiin käytettäviä lääkeaineita.

Yleisanestesian ylläpitoon käytetään hengitettäviä nukutusaineita, anestesiakaasuja, joista ylisimpiä ovat sevofluraani ja desfluraania. Ne aiheuttavat muistamattomuuden (amnesian), mutta niillä on myös kipua lievittävä (analgeettinen) vaikutus.

Analgesian takaamiseksi potilas kuitenkin tarvitsee säännöllisiä opioidiannoksia inhalaatioanestesian aikana. (Niemi-Murola 2016, 120- 121.)

Mikäli anestesian aloitukseen (induktioon) sekä ylläpitoon käytetään ainoastaan laskimooanesteetteja tai niiden sekä opioidien, ja mahdollisesti lihasrelaksanttien yhdistelmää, puhutaan **TIVA**:sta (total intravenous anesthesia). Tähän käsitteeseen ei kuitenkaan sisälly inhalaatioanestesia-aineita, vaan potilaalle annetaan happi-ilmaseosta. TIVA yhdistetään monesti happi-typpioksiduuli-inhalaatioon, koska typpioksiduuli vähentää propofolin tarvetta. Usein TIVA toteutetaan antamalla potilaalle infuusiona lyhytvaikutteista propofolia ja remifentaniilia. On tärkeää muistaa, että molemmin lääkkeiden vaikutus lakkaa lääkeinfuusion katkaisemisen jälkeen, ja, että potilas on herätessään hyvin kivulias, mikäli tälle ei ole annettu pitkävaikutteista opioidia hyvissä ajoin. Potilas herätetään lopettamalla yleisanestesian ylläpitoon tarvittavien lääkkeiden anto. Tätä ennen tulee tarkistaa TOF-mittauksella, että potilas on toipunut lihasrelaksaatiosta. Tämän jälkeen voidaan antaa relaksaation jäänteet kumoava neostigmiini, joka annostellaan glykopyrronin kanssa, sillä neostigmiinin haittavaikutuksiin kuuluu lisääntynyt syljen erityys ja bradycardia. Rokuronin spesifi antagonistti on sugammadeks, jonka avulla voidaan nopeasti kumota syväkin relaksaatio, tätä ei kuitenkaan suositella rutiininomaiseen käyttöön. Potilaan herätyksessä siirrytään myös 100-prosenttisen hapen antoon, jonka lisäksi potilasta ventiloidaan kevyesti, jotta kohonnut hiilidioksidipitoisuus käynnistäisi oman hengityksen. Potilas ekstuboidaan sisäänhengitysvaiheessa, ääniraon ollessa avoinna, kun lihasvoima on palautunut, eli kun potilaan TOF yli 90 %. (Niemi-Murola 2016, 120-121.)

EEG- monitoroinnilla eli elektroenkefalografialla tarkoitetaan sähköpotentiaali- vaihteluiden rekisteröintiä (Elektroenkefalografia, 2016.). Rosenbergin, Alahuhdan, Lindgrenin, Olkkolan ja Ruokosen mukaan EEG voidaan rekisteröidä ihmiseltä kajoamattomasti päänahalta. EEG-signaalit rekisteröidään kahden elektrodin välisen jännitteen vaihtelusta. (Rosenberg ja muut 2014, 186-187.) Aivosähkötoiminta tarkoittaa aivokudoksen sähköpotentiaalivaihteluita (Aivosähkötoiminta 2016). EEG-tyypilliset taajusaallot on jaettu viiteen taajuuskaistaan, jotka ovat: delta, jonka

taajuuskaista on 1,5- 3,5Hz, theta, jonka taajuuskaista on 3,6- 7,5 Hz, alpha, jonka taajuuskaista on 7,6- 12,5 Hz, beta, jonka taajuuskaista on 12,6- 25 Hz ja gamma, jonka taajuuskaista on 25,1- 50 Hz. (Kortelainen 2011, 30-32).

Päänahalta rekisteröitävät aivosähkösignaalit EEG:ssä rekisteröidään useimmiten aivokuoren pyramidisolujen postsynaptisista potentiaaleista. Päänahalta voidaan rekisteröidä pyramidisolujen summapotentiaali EEG:nä, niiden toimiessa synkronisesti, muutaman neliösenttimetrin alueella. EEG:n rekisteröintiin riittää, kun aivokuoren soluista synkronoituu muutama prosentti. Loput aivokuoren solut saattavat jatkaa heikommin synkronista toimintaansa, jonka takia EEG:ssä voidaan havaita laaja-alaisia epileptisiä purkauksia, ilman vaikutusta potilaan toimintaan. Tämä on huomiotava anestesian muutoksia arvioitaessa. Rekisteröimällä aivosähkötoimintaa voidaan aivotoimintaa tutkia millisekunnin murto-osan tarkkuudella. Kun tutkitaan anesteettien vaikutusta aivoissa, on kaikilla eritaajuisilla jännitevaihteluilla tärkeä merkitys. Anestesian monitoroinnissa käytetään usein 0,5-30 Hz taajuuskaistaa. (Rosenberg ym. 2014, 186-187.)

Maksimowin, Jääskeläisen ja Scheiningin (2008, 515) mukaan anestesia-aineiden aiheuttama EEG:n hidastuminen johtuu talamokortikaalisten ratojen kytkeytymisestä irti sekä EEG:n tahdistuksen siirtymisestä alemmas aivorunkoon.

EEG:n **Entropy** ja **BIS** ovat tällä hetkellä Suomessa käytetyimmät menetelmät unensyvyyden arvioinnissa (Niemi- Murola 2016, 110). BIS- ja Entropy-mittarit ovat unen syvyyden arviointiin kehitettyjä numeerisia indeksejä. Koska tajuisuutta ei voida varmasti tulkita raa'asta EEG:stä, perustuu numeerisien indeksien arviointi todennäköisyyteen. Anestesian syvyyden mittareilla BIS ja Entropia-mittarilla voi säätää unen syvyyden sekä lääkkeiden määrän optimaaliselle tasolle, havainnoimalla unen syvyyttä kuvaavia lukuja. (Yli-Hankala & Scheinin 2015, 1934.) BIS-indeksin sekä Entropy-indeksin numeerisia unen syvyyttä kuvaavia lukuarvoja kuvataan tyypillisesti asteikolla 0-100. Pienet luvut kuvaavat syvää yleisanestesiaa ja suuret luvut kuvaavat kevyttä yleisanestesiaa tai hereillä oloa. BIS-indeksin sekä Entropy-indeksin optimaalista lääkevaikutusta ja kirurgiseen toimenpiteeseen riittävää unen syvyyttä kuvaavat lukuarvot ovat välillä 40- 60. BIS-indeksin laskemisessa käytetään erilaisia aika- ja taajuustason parametreja, mutta tarkkaa laskentatapaa ei ole kuitenkaan tiedossa. Entropy-indeksin laskentatapa perustuu aika-taajuusbalansoituun

spektraaliseen entropiaan ja EEG- vaimentumiin taajuustasossa. (Yli-Hankala & Scheinin 2015, 1934.) Yli-Hankalan (2003, 432.) mukaan Entropy näyttää indeksin kahtena lukuna: RE (response entropy), jonka maksimiarvo on 100 ja SE (state entropy), jonka maksimiarvo on 91.

BIS- ja Entropy-laskennat ovat optimoitu GABA-reseptorien kautta toimiville nukutusaineille kuten propofoli, tiopentaali ja höyrystettävät anestesia-aineet eli sevofluraani, desfluraani, isofluraani. (Yli-Hankala & Scheinin 2015, 1935).

3 Tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymys

Opinnäytetyön tarkoitus on koota tutkimustietoa unen syvyyden arvioinnista EEG:n avulla tuoden siihen anestesiahoitajan näkökulman. Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda tietoa miten anestesiahoitaja voi tulkita ja arvioida EEG-pohjaista unen syvyyden mittausta ja sen luotettavuutta. Opinnäytetyön tutkimuskysymys on: Miten anestesiahoitaja voi hyödyntää EEG:tä unen syvyyden arvioinnissa?

Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää käytännön hoitotyössä leikkaussaleissa. Opinnäytetyön tulokset tuovat tukea anestesiahoitajille unen syvyyden arviointiin sekä edistävät yleisanestesian turvallisuutta.

4 Kirjallisuuskatsauksen toteuttaminen

4.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus menetelmänä

Opinnäytetyö on toteutettu **kuvailevana kirjallisuuskatsauksena**. Stoltin, Axelinin ja Suhosen mukaan kuvailevan eli narratiivisen kirjallisuuskatsauksen tehtävä on kuvata aiheesta tehtyä aikaisempaa tutkimusta, sekä sen laajuutta, määrää ja syvyyttä. Kysymyksenasettelu kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa on usein laaja, mutta se voi vaihdella ja sisältää erilaisia rajauksia. (Stolt, Axelin ja Suhonen 2016, 8-9.) Salmisen (2011, 6) kuvaa kuvailevaa kirjallisuuskatsausta yleiskatsauksena ilman tiukkoja sääntöjä, kuitenkin niin, että aihetta voidaan kuvata laajasti, sekä tarvittaessa tuoda aiheen ominaisuuksia esille. Tyypillisesti katsaus tarkastelee tieteellisiä tutkimuksia, ja keskittyy tarkastelussa vertaisarvioituihin tutkimuksiin. Stoltin ja muiden (2016, 8-9) mukaan Schaepe & Bergjan (2015) viittavat kuinka Suhosen ym. (2010) mukaan kuvaileva kirjallisuuskatsaus voi suunnata spesifin tutkimusaiheen alueelta tehtyihin tutkimuksiin jotka sisältävät erilaisia tutkimus asetelmia. Lisäksi Stolt ja muut (2016, 8-9) viittaavat kuinka Suhosen ym. (2013) mukaan kirjallisuuskatsaukset voivat suunnata erilaisiin menettelytapoihin ja tutkimusprosessien kuvauksiin tai Suhosen ym. (2015) mukaan esimerkiksi jonkin tutkimusaiheen tutkimus aiheen menetelmällisiin elementteihin.

Tuomi (2007, 30.) kuvaa, kuinka Hirsjärven ym. (2005) mukaan kirjallisuuskatsauksessa keskitytään tutkimusaiheen kannalta tärkeään kirjallisuuteen, tutkimusselosteisiin, aikakauslehtiartikkeleihin, sekä muihin julkaisuihin. Tiedon huolellinen arviointi on merkittävää, jotta katsaukseen saataisiin eriteltyä vain aiheeseen liittyvä, asianmukainen kirjallisuusmateriaali.

Opinnäytetyön menetelmäksi kuvailevakirjallisuus katsaus soveltuu sillä, katsauksella voidaan kuvata viimeaikaista tai aikaisemmin tehtyä tutkimusta spesifistä aiheesta, sen laajuutta ja määrää. Tämän katsaustyyppin kysymysasettelu voi olla laaja sekä sisältää erilaisia rajauksia. (Stolt, Axelin ja Suhonen 2016, 9.)

4.2 Tiedonhankinnan suunnitelma ja toteutus

Tietoa etsittiin luotettavista tietokannoista sekä englanniksi, että suomeksi, kattavampien tulosten saavuttamiseksi. Tiedonhaku tehtiin aiheen pohjalta. Ensin artikkeleita valikoitiin otsikon perusteella, jonka jälkeen artikkeleista valittiin opinnäytetyöhön soveltuvimmat tiivistelmän perusteella. Tiedonhaussa käytettiin monipuolisia hakusanoja, joita määriteltiin Finton avulla. Kirjallisuuskatsauksessa käytettävät tietolähteet valittiin ja luettiin yhdessä valintaprosessissa.

Tiedonhaussa käytettiin Mediciä, artikkelit valittiin kaikki Medicistä. Tiedonhaussa käytettiin hakulausekkeina anesthesia AND electroencephalography, aneste* AND monitorointi, aneste* AND sedaatio, electroencephalography AND aneste*, unen-syvyys AND monitorointi. Aihe rajattiin terveiden aikuisten yleisanestesian aikaiseen uneen, lähteistä poissuljettiin lapsia, ikääntyneitä ja normaalia unta koskevat lähteet otsikoiden sekä tiivistelmän perusteella.

4.3 Tiedonhankinnan tuloksia

Käytetyillä hakusanoilla löytyi keskeisistä tietokannoista luotettavaa materiaalia aiheesta, jota löytyi sekä suomeksi, että englanniksi (Ks. Taulukko 1). Materiaali oli pääsääntöisesti lääketieteellistä, mutta sitä on mahdollista hyödyntää hoitotieteessä.

Taulukko 1. Tiedonhankinnan tulokset

Tietokanta ja tiedonhaun päivämäärä	Hakusanat	Rajaukset	Hakutulos	Otsikon perusteella valitut	Tiivistelmän perusteella valitut	Lopullisia valittuja artikkeleita
Medic 16.10.2017	anesthesia AND electroencephalography	2000- 2017 Kaikki kielet, kaikki julkaisutyypit	19	10	10	4
Medic 7.2.2018	aneste* AND monitorointi	2008-2018, kaikki kielet, vain kokotekstit, kaikki julkaisutyypit	9	2	2	2
Medic 7.2.2018	aneste* AND se-daatio	2008-2018, Suomi, vain kokotekstit, kaikki julkaisutyypit	4	1	1	1
Medic 7.2.2018	"electroencephalography" AND aneste*	2008-2018, vain kokotekstit, kaikki kielet kaikki julkaisutyypit	6	3	3	1
Medic 16.10.2017	unensyvyys AND monitorointi	Kaikki kielet, kaikki julkaisutyypit	4	4	4	1

4.4 Kirjallisuuskatsaukseen valittu aineisto

Kirjallisuuskatsaukseen valittiin 9 artikkelia, joista kolme ovat väitöskirjoja, kuusi kirjallisuuskatsauksia (Ks. Taulukko 2 sivuilla 11-13). Valituista artikkeleista kolme oli englanninkielisiä ja loput kuusi suomenkielisiä.

Taulukko 2. Valitut artikkelit

Tekijät, julkaisu- vuosi ja ot- sikko	Tavoite	Aineisto, mene- telmä ja laajuus	Tulokset
Aho, A. 2012 The Influence of Frontal Muscle Electromyography on Electroencephalography-Based Depth of Anesthesia Monitoring	Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia erilaisien kiihtymisreaktioiden vaikutusta BIS- ja Entropy-mittareihin, sekä kivuliaiden ärsytysten ja anestesia-aineiden vaikutusta EEG:hen	Väitöskirja tutkimus on toteutettu neljässä osassa, joissa potilasmäärät vaihtelivat 30-38 välillä.	EEG:ssä saattaa ilmetä erilaisia artefakteja, jotka voivat vaikeuttaa EEG:n tulkintaa sekä aiheuttaa virheellisiä lukuja indekseissä. Myös anestesia-aineet ja opioidit voivat aiheuttaa virhelähteitä.
Jäntti, V., Baer, G., Rorarius, M & Alahuhta, S. 2004. "Anestesian syvyys" ja EEG	Tuo esille EEG:n hyötyjä yleisanestesian syvyyden monitoroinnissa.	Kirjallisuuskatsaus	Käytännön hoitotyössä hyvä kiinnittää huomiota termeihin puhuttaessa anestesian syvyydestä. Lisäksi on osoitettu, että hypnoosi voidaan aiheuttaa erilaisilla aivo toiminnan häiriöillä jotka näkyvät myös EEG:ssä.
Kortelainen, J. 2011. EEG-based depth of anesthesia measurement	Tutkii unen syvyyden mittausta EEG:n pohjalta, sekä unen syvyyden mittausta käytettäessä hypnoottien ja opioidien yhdistelmää.	Väitöskirja	Anestesia-aineet aiheuttavat muutoksia EEG:ssä. Opioidien todettiin aiheuttavan muutoksia EEG:ssä ja päätepisteissä. Unen syveneminen ei heijastu oikein EEG-pohjaisiin mittareihin käytettäessä hypnootteja ja opioideja samanaikaisesti. Monien erilaisen anestesia-aineiden samanaikainen käyttö tuo haasteita unen syvyyden arviointiin. Artefaktit

			vaikuttavat EEG:n tulkintaa ja aiheuttavat virheellisiä tulkintoja.
Maksimow, A., Jääskeläinen, S & Scheinin, H. 2008. Miten anestesia vaikuttaa aivoihin?	Selvitettiin miten anestesia-aineet vaikuttavat aivoihin ja EEG:hen.	Kirjallisuuskatsaus	Anestesia-aineet lisäävät EEG:ssä delta- ja theta-aktiivisuutta sekä vähentävät alpha- ja beeta-aktiivisuutta. BIS- ja Entropia-monitorien on todettu olevan epäluotettavia käytettäessä NMDA-reseptorien kautta vaikuttavia anestesia-aineita. Yleisanestesiassa käytettävät lääkeaineet saattavat aiheuttaa epileptistä kohtaustoimintaa.
Mazanikov, M. ja Pöyhiä, R. 2011. Potilassäätöinen sedaatio	Tuo esille laskimosedaatioon käytettäviä lääkkeitä ja niiden annosteluun liittyviä asioita.	Kirjallisuuskatsaus	Sedaation ja sedaation syvyyden päättää aina toimenpidelääkäri tai anestesiologi. Lisäksi katsauksessa käsitellään lääketurvallisuutta.
Musialowicz, T. 2013. EEG- based monitoring during general anesthesia and sedation	Tutkii eri EEG- mittareiden käyttökelpoisuutta yleisanestesian aikana. Sekä vertaa entropyn, BIS:n, EMG:n ja hemodynaamisten vasteiden kykyä kuvata kirurgisen stimulaation indeksia.	Väitöskirja, tutkimuksessa oli yhteensä 103 potilasta, tutkimus toteutettiin neljässä osassa.	Eri EEG-mittareiden kyky kuvata yleisanestesian eri komponentteja vaihtelee. EEG muuttuu yleisanestesian aikana unen syvyyden mukaisesti. Unen syvyyttä voidaan arvioida myös kliinisten merkkien perusteella. Raa'an EEG:n käyttö unen syvyyden arvioinnissa vaatii neurofysiologista visuaalista arviointia ja ymmärrystä, EEG:n lisäksi tulisi havainnoida fyysisiä ja hemodynaamisia merkkejä. Potilaan herätyksessä yleisanestesian aikana on kyse hätätilanteesta, väitöskirja käy läpi heräämisen fysiologiset merkit.
Yli-Hankala, A. 2015.	Tuo esille yleisanestesian aikaisen tahattomaan hereillä oloon liittyviä	Kirjallisuuskatsaus	EEG-monitoroinnin avulla voidaan vähentää yleisanestesian aikaista tahatonta hereillä oloa,

Tahaton he- reillä olo	syitä ja tutkimuksia. Sekä käy läpi miten niitä voi- daan välttää.		mutta tämä ei ole ainut huomioi- tava asia leikkauspotilaan hoi- dossa. Lisäksi tarvitaan oikea asenne työhön sekä ymmärrys monitoroinnin rajoituksista. Leik- kaustekniikoiden kehittyessä anestesian kliinisten merkkien ar- viointi on vaikeutunut.
Yli- Hankala, A., Scheinin, H. 2015. Voiko aneste- sian syvyyttä mitata ai- vosähkö- käyrällä?	Selvittää voiko aneste- sian syvyyttä mitata ai- vosähkökäyrällä	Kirjallisuuskatsaus	Anestesian syvyyttä voidaan mi- tata aivosähkökäyrällä. Yksilöllinen vaste lääkkeille vaihtelee. Kliinisten merkkien lisäksi aneste- sian riittävyttä voidaan arvioida seuraamalla EEG:ssä tapahtuvia muutoksia. EEG:n ja EEG- indeksien seuranta suositellaan osana modernin balansoidun anestesian monitorointia ja laa- dunvarmistusta. EEG on vain ta- juisuuden korvikemittari, eikä välttämättä kuvaa potilaan tajui- suutta.

4.5 Aineiston analyysi

Mäntylän, Toomarin ja Reukaufin (2013,39) mukaan laadullisella tutkimuksella pyritään selvittämään tutkittavaa ilmiötä monipuolisesti, yleistämättä ja pienemmässä mittakaavassa. Laadullisen analyysin lähtökohdaksi sopivat erilaiset teemoittelut tai luokittelut, joihin analyysi perustuu. Näille ei kuitenkaan aina ole selkeää luokittelevaa nimitystä. Laadullinen analyysi on luonteeltaan kuvailevaa. (Mäntylä, Toomar ja Reukauf 2013, 39.) Alasuutarin mukaan laadullinen analyysi voidaan jakaa kahteen vaiheeseen: havaintojen pelkistämiseen ja ratkaisemiseen. Erottelu voidaan tehdä analyttisesti, mutta käytännössä ne liittyvät aina toisiinsa. (Alasuutari 1999, 39.)

Tuomen ja Sarajärven mukaan aineiston analyysin tarkoitus on luoda selkeä kuvaus tutkittavasta aiheesta. Laadullisessa analyysissä aineisto hajotetaan osiin, käsitteellistetään ja kootaan selkeäksi kokonaisuudeksi. Aineisto pelkistetään karsimalla epäolennaiset asiat pois, aineiston pelkistämistä ohjaa tutkimuskysymys, se voidaan tehdä merkitsemällä vain tutkimuskysymykselle olennaiset ilmaisut. Tutkimuskysymykseen vastaavat ilmaisut voidaan merkitä esimerkiksi erivärisillä kynillä. (Tuomi ja Sarajärvi 2012, 108-109.)

Aineiston analyysi aloitettiin luokittelemalla, aineiston luokittelua ohjasi tutkimuskysymys ja luokat ohjasivat aiheiston analyysiä. Luokkia olivat: Unen syvyyden arviointi, EEG:n tulkinta, yleisanestesian aikainen unen syvyys ja turvallisuus sekä EEG:n häiriötekijät. Suurin osa lähteistä tulostettiin tietokoneelta, luettiin läpi, haettiin tutkimuskysymykselle olennaisia vastauksia, merkittiin yliviivaustusseilla kysymykseen vastaavia asioita, samalla merkiten yliviivauksen viereen mihin luokkaan se kuuluu ja mihin kysymykseen se vastaa. Osa lähteistä käsiteltiin samalla tavalla tietokoneella, lähteiden pituuden vuoksi. Merkityistä tuloksista tehtiin koosteet valittujen luokkien mukaan erilliselle tiedostolle, joista muodostimme lopullisen tuloksen opinnäytetyökysymykseen.

5 Miten anestesiahoitaja voi hyödyntää EEG:tä unen syvyyden arvioinnissa

Yleisanestesian syvyyden (unen syvyys) ja analgesian riittävyyden arviointi on haastavaa. Yksilöllinen vaste lääkkeille vaihtelee, ja totuttuja kliinisiä anestesia-syvyyden mittareita käyttämällä osa potilaista nukutetaan tarpeettoman syvään uneen, jolloin herääminen pitkittyy, ja toisaalta osa potilaista nukutetaan liian kevyesti, jolloin riski anestesian aikaiseen hereillä oloon kasvaa. Tietomme anestesia-lääkkeiden vaikutusmekanismeista ovat puutteelliset. (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1929-1930.) Löydetty tutkimustulokset on kuvattu aihealueittain (Ks Taulukko 3.).

Taulukko 3. Tulosten sisältö

Miten anestesiahoitaja voi hyödyntää EEG:tä unen syvyyden arvioinnissa			
Unen syvyyden arviointi	EEG: tulkinta	Yleisanestesian aikainen unen syvyys ja turvallisuus	EEG: häiriötekijät
<ul style="list-style-type: none"> - Yleisesti unen syvyyden arvioinnista 	<ul style="list-style-type: none"> - EEG-aallot - Yleisanestesian EEG-vaikutukset vaihteittain 	<ul style="list-style-type: none"> - Riittämätön unen syvyys - Hereillä olon fysiologiset merkit - Yleisanestesian turvallisuus - Lääkkeet ja turvallisuus - Hereillä olon riskitekijät 	<ul style="list-style-type: none"> - Artefaktit - Opioidien vaikutus unen syvyyteen ja sen arviointiin

5.1 Unen syvyyden arviointi

Musialowiczin mukaan yleisanestesian monitoroinnin tulisi sisältää seuraavat asiat: siinä tulisi ilmetä muutokset unen syvyydessä anestesia-aineen määrän lisääntyessä veressä, olla samanlainen käytettäessä eri lääkkeitä, näyttää kirurgisesta stimulatiosta johtuvat muutokset ja näyttävät hereillä olon merkit viipymättä. Koska anestesia-aineet aiheuttavat muutoksia EEG:ssä, EEG-pohjaisia unen syvyyden arviointiin tarkoitettuja monitoreja on kehitetty. Tyypillinen unen syvyyden arviointikeino on ollut kliinisten merkkien havainnointi kuten verbaalisiin komentoihin reagointi ja reagointi kipuun. (Musialowicz 2013, 14.) Tavanomaisten kliinisten merkkien lisäksi anestesian riittävyttä voidaan arvioida muun muassa seuraamalla aivosähkökäyrässä (EEG:ssä) tapahtuvia muutoksia. EEG-vaikutukset ovat eri anestesia-aineilla varsin moninaiset, eikä ihmisen tietoisuudelle tai tajuttomuudelle ole pystytty kehittämään yksiselitteistä neurofysiologista suuretta tai mittaria. EEG:n ja siitä johdettujen indeksien rutiininomaista seuranta suositellaan osana modernin balansoidun

anestesian monitorointia ja laadunvarmistusta nyky menetelmien rajoituksista huolimatta. On tärkeää muistaa, että EEG on vain tajuisuuden korvikemittari, joka kuvaa lääkkeen vaikutusta aivojen sähköiseen toimintaan, mutta ei välttämättä kuvaa potilaan tajuisuutta. (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1929-1935.)

Potilaan tajuttomuuden numeerinen arviointi perustuu todennäköisyyteen, jonka laskentaan on käytetty laajan potilasryhmän käyttäytymisen empiiristä havainnointia. BIS (bispektraali-indeksi) on ensimmäinen kaupallisesti menestynyt anestesian ”syvyyden” numeerinen mittari. Toinen menestynyt ja laajasti käytetty mittari on Suomessa kehitetty Entropy-mittari. Tyypillisesti anestesiatiilan tajuttomuuskomponenttia kuvataan asteikolla 0-100, jolloin matalat arvot tulkitaan voimakkaan hypnoottisen lääkevaikutuksen merkiksi ja korkeat arvot kuvaavat kevyttä anestesiaa ja, jopa hereillä oloa. Optimaalisen lääkevaikutuksen lukuarvoina pidetään 40-60, sekä BIS-, että Entropy-indeksiä käytettäessä. (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1934.) Pidettäessä BIS luku alle 60 yleisanestesian aikana, potilaan muistaminen leikkauksenaikaisista tapahtumista on epätodennäköistä (Musialowicz 2013, 19.). Yhdysvalloissa tehtyjen laajojen akateemisten tutkimusten mukaan BIS- indeksin valmistajan suosittelemat optimaaliset unen syvyyden raja-arvot eivät ole optimaaliset tahattoman hereillä olon välttämiseksi. BIS-indeksin arvon ollessa tasolla 60, on potilaalla riski herätä pienestäkin kirurgisesta ärsytyksestä. Tutkimuksen mukaan ohjaamalla BIS-arvo 30-40 voitaisiin hereillä olon riskiä pienentää merkittävästi. (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1934.)

Maksimov (2008, 516) kuvaa, kuinka tutkimusten mukaan on tärkeää huomioida, että BIS- ja Entropia-monitoreiden on todettu olevan epäluotettavia käytettäessä NMDA-reseptorien kautta vaikuttavia anestesia-aineita. Ahon (2012, 36) mukaan EEG- pohjaiset unen syvyyden monitorit eivät pysty erottamaan tietoisuutta tajuttomuudesta, kun on käytössä lääkkeitä jotka toimivat NMDA reseptorien kautta kuten ketamiini, ilokaasu tai ksenon. Ketamiini voi aiheuttaa virheellisiä tulkintoja EEG:ssä, koska se aiheuttaa suuritaajuista gammatoimintaa sekä vähäistä delta-toimintaa, mitkä monitorit voivat tulkita liittyvän hereillä oloon. (Maksimov 2008, 516.) EEG- pohjaisen unen syvyyden arvioinnin perusideana on pystyä luotettavasti arvioimaan signaalimuutoksia jotka kertovat unen syvyydestä. Unen syvyyden arviointi

EEG:n avulla on haastavaa, joten unen syvyyden arvioinnin tueksi on kehitetty parametrejä jotka määrällisesti kuvaavat EEG-muutoksia suhteessa anestesia-aineiden määrään. Parametrien luotettavuutta on arvioitu vertaamalla niiden osoittamaa unen syvyyttä kliinisiin merkkeihin. (Kortelainen 2011, 34.)

5.2 EEG:n tulkinta

Muutokset EEG:ssä johtuvat yleensä unen syvenemisestä, siirtyminen korkeista taajuuksista matalammille taajuuksille. Muutokset EEG:ssä voivat johtua kuitenkin muistakin syistä kuten hypoglykemiasta, aivokuolemasta, sydämen pysähdyksestä, aivoiskemiasta, hypotermiasta, elektrokonvulsiivisen hoidon jälkitilasta, Alzheimerin taudista tai aivohalvauksesta. Välttääkseen EEG-pohjaisten monitorien virhelähteistä johtuvia anestesia-aineiden yli- ja aliannostelua, ovat monet viranomaiset suosittelleet, että olisi tärkeää, osata tulkita raakaa EEG:tä numeeristen lukujen lisäksi unen syvyyden arvioinnissa. (Aho 2012, 43.)

Eri monitorien indeksien vertaileminen samalla potilaalla yleisanestesian aikana on tärkeää, ymmärtääkseen eri indeksien eroavaisuudet (Musialowicz 2013, 2.). Alpha aallot värähtelevät 8-12 Hz taajuudella, alpha-aktiiviteetti ilmenee rentoutuneen hereillä olon aikana. Silmien avaaminen, uneliaisuus ja nukahtaminen laskevat tätä aktiiviteettia. Korkeataajuisia EEG:tä, joka sisältää värähtelyt 12 Hz yläpuolella kutsutaan beta-aktiiviteetiksi. Beta-aktiiviteetti ilmenee terveellä aikuisella hereillä olon aikana, erityisesti haastavan tehtävän suorittamisen sekä kiihtymyksen aikana. Theta-aktiiviteetti värähtelee 4-8 Hz taajuudella. Aikuisilla theta-aktiiviteetti ilmenee uneliaisuuden ja kevyen unen aikana, mutta ei syvän unen aikana. Delta-aktiiviteetti värähtelee alle 4 Hz taajuudella. Terveillä aikuisilla delta-aktiiviteettia nähdään vain syvän unen aikana. Yleisesti beta-aktiiviteetti tarkoittaa kevyttä unta ja delta- sekä theta-aktiiviteetti kasvu tarkoittaa tajunnan menetystä. (Kortelainen 2011, 30-32.)

Lääkkeiden vaikutus EEG:hen

EEG:n tiedetään muuttuvan yleisanestesian aikana potilaan unen syvyyden mukaisesti. EEG:n arviointi raa'an EEG:n avulla on haastavaa ja sen visuaalinen tulkinta vaatii neurofysiologista tuntemusta. Pienet määrät hypnoottisia lääkkeitä nostavat EEG:n taajuutta, kun taas korkeat annokset hypnoottista lääkettä laskevat EEG:n taajuutta. Jonka takia on vaikeaa tulkita tarkkaa unen syvyyttä käyttäessä yksinkertaisia mittauskeinoja. Joten tarkempi kuvaus EEG:n muutoksista induktion vaiheessa on tarpeen. (Musialowicz 2013, 13.) Annettaessa pieni annos hypnoottista lääkettä kuten propofolia saadaan aikaan sedaatio, jolloin beta-aktiiviteetti lisääntyy. Tätä vaihetta kutsutaan paradoksaaliseksi herätteeksi, koska lääke, jonka on tarkoitettu aiheuttavan tajuttomuutta lisää sellaista EEG-aktiiviteettiä, joka esiintyy yleensä hereillä olon ja kiihtymisen aikana. Mitä enemmän hypnoottista lääkettä annetaan, alkaa ilmetä hidasta alpha-, theta- ja vihdoin delta-aktiiviteettiä EEG:ssä. (Kortelainen 2011, 33.) Nostettaessa yleisimmin käytettyjen anestesia-aineiden annosta kuten tiopentaalin, propofolin, isofluraanin, sevofluraanin ja desfluraanin aiheuttavat ne kaikki samantapaisia muutoksia EEG:ssä. (Aho 2012, 24.)

EEG-pohjaisten unen syvyyden monitorien on todistettu luotettavasti osoittavan hypnoottisten aineiden aikaansaamaa unen syvyyttä, kun käytössä on ollut isofluraani, sevofluraani desfluraani, tiopentaali tai propofoli. Kaikki nämä anestesia-aineet toimivat GABA-reseptorien kautta. (Maksimov 2008, 515.) Näiden eri lääkeaineiden toimintamekanismit ovat erilaiset jotka johtavat erilaisiin neurofysiologisiin muutoksiin ja tekevät unen syvyyden arvioinnista haastavampaa, koska mittarit ovat suunniteltu käytettäväksi vain yhdellä hypnoottisella aineella kerrallaan (Kortelainen 2011, 16).

GABA A -reseptorin kautta vaikuttavat anestesia-aineet muuttavat EEG:tä (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1932). Anestesian syvyyden määrittely EEG:n avulla perustuu EEG:n signaalin muutoksiin anestesia-aineiden määrän kasvaessa. EEG-aktiiviteetti muuttuu eri taajuuksilla suhteessa unen syvenemiseen. (Kortelainen. 2011. 32). EEG:n tiedetään muuttuvan sedaation syventyessä (Musialowicz 2013, 1). Anestesia-aineet lisäävät EEG:ssä hidasta ja leveää suuriamplitudista delta ja theta EEG-aktiivisuutta sekä vähentävät nopeaa ja kapeaa pieniamplitudista alpha- ja beeta-aktiiviteettiä. Anestesia-aineiden on todettu lisäävän EEG:n säännöllistymistä ja aktiivi-

teen painottumista hitaille taajuuskaistoille. (Maksimov 2008, 515.) Yleisesti anesteziologit ovat pitäneet EEG:tä vaikeasti tulkittavana signaalina, ja siitä on pyritty johtamaan numeerisia mittalukuja, jotka kuvaisivat lääkevastetta. Anestesian aikana EEG:ssä nähdään tajuttomuutta kuvaavia piirteitä. Näitä ovat esimerkiksi EEG:n täydellinen vaimeneminen ja yleistynyt epilepsia major-tyyppinen purkaustoiminta. (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1932.)

EEG-signaaliin voivat vaikuttaa erilaiset artefaktit jotka voivat aiheuttaa virheellistä tietoa. BIS-monitoriin vaikuttavat useat tekijät aiheuttaen virheellisiä tajuttomuutta kuvaavia lukuja. Anestesia-aineista ketamiini, isofluraani ja halotaani nostavat BIS-arvoa, kun taas ilokaasu laskee sitä. Elektronisista laitteista tahdistin nostaa BIS-lukua ja diatermia aiheuttaa siihen häiriöitä. Hypoglykemia, hypovolemia, sydämen pysähdys, aivoiskemia sekä hypotermia vaikuttavat BIS-lukuun laskevasti. Myös Alzheimerin tauti, dementia sekä aivovaurio laskevat BIS-lukua. Aivokuolemassa BIS-luku on 0. (Musialowicz 2013, 19.)

Yleisanestesian EEG-vaikutukset vaiheittain

Yleisanestesian kesto voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: induktioon, ylläpitoon ja hätätilaan. Jokaisessa vaiheessa voidaan erottaa erilaisia muutoksia EEG:ssä. Potilaan herätessä silmät kiinni ennen induktiota, alpha-aktiiviteetti dominoi EEG:tä. Annettaessa pieni määrä anestesia-ainetta, on potilas sedatoitu, mutta helposti herätettävissä. Anestesia-aineiden annosta nostettaessa esiintyy euforiaa, puolustavia liikkeitä ja beta-aktiiviteetti kasvaa EEG:ssä. Kun induktiossa käytettävät anestesia-aineet ovat annettu, hengitys muuttuu epäsäännölliseksi ja muodostuu apneaa, potilas ei enää vastaa suullisiin komentoihin, silmien liikkeet loppuvat, silmäripset eivät reagoi kosketukseen ja sarveiskalvon refleksit ovat hävinneet. (Musialowicz 2013, 8.) Muutos EEG:ssä yleisanestesian aikana on kaksivaiheista, aluksi EEG vaihtuu korkeammalle taajuudelle kuin hereillä jonka jälkeen EEG vaihtuu matalammalle taajuudelle kuin hereillä. Induktiossa alpha-aktiivisuus laskee ja beta-aktiivisuus nousee. Kirurgisella unen syvyydellä delta-aktiivisuus nousee ja alpha-, beta- ja theta-aktiivisuus laskee. Annosta nostettaessa edelleen alkaa ilmetä pursketoimintaa. Jos anestesia-aineen määrää lisätään edelleen, muuttuu EEG inak

tiiviseksi eli hiljenee kokonaan. (Aho 2012, 24.) Erittäin syvässä anestesiassa EEG:n amplitudi eli värähtelytaajuus kasvaa, EEG vaihtuu pursketoimintaan jolloin matalan amplitudin tukahdutus ja korkean amplitudin pursketoiminta vuorottelevat. Jos hypnoottisen lääkeaineen annosta nostetaan edelleen, pursketoiminta vähenee ja tukahdutus vaiheet pitenevät, kunnes EEG vaihtuu inaktiiviseksi eli vaimenee kokonaan. (Kortelainen 2011, 33.)

Yleisanestesian ylläpitovaihe jaetaan kolmeen vaiheeseen EEG:n muutosten perusteella. Ensimmäisessä vaiheessa anestesia on kevyt, EEG:n beta-aktiiviteetti laskee ja alpha- sekä delta-aktiiviteetti nousevat. Toisessa vaiheessa beta-aktiiviteetti laskee edelleen ja alpha- sekä delta-aktiiviteetti nousevat. Kolmannessa vaiheessa ilmenee pursketoimintaa, myös ajoittaista alpha- ja beta-aktiiviteettia on nähtävissä. Erittäin syvässä unessa EEG muuttuu inaktiiviseksi ja muistuttaa koomaa. (Musialowicz 2013, 8.)

5.3 Yleisanestesian aikainen unen syvyys ja turvallisuus

Aivot luontaisesti vastustavat käyttäytymistilan muutoksia, eli myös tajunnan muutosta tietoisuuden ja tiedostamattomuuden välillä. Osalla nousevilla radoilla (retikulaarinen aktivaatiojärjestelmä) ja välittäjäaineilla (mm. histamiini ja oreksiini) näyttää olevan, normaalin uni-valvetilan sekä yleisanestesiasta heräämisen kannalta keskeinen merkitys. (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1931.)

Unen syvyyden monitorointi on haastavaa yleisanestesian eri osatekijöiden vuoksi: tajuttomuus, analgesia, amnesia eli muistamattomuus ja liikkumattomuus.

Yleisanestesian syvyyttä on perinteisesti arvioitu hemodynaamisten merkkien avulla kuten takykardian, hypertension ja autonomisten merkkien kuten motoristen reaktioiden, kyynelehtimisen, hikoilun, pupillien koon muutosten sekä hengitystaajuuden muutoksien avulla. (Musialowicz 2013, 12.)

Lihasselaksaatiota mitataan NMT-mittarilla. Kivuttomuutta voidaan arvioida verenpaineen ja sykkeen muutoksia arvioimalla (Musialowicz 2013, 12). Nykyään monet kirurgiset toimenpiteet edellyttävät lihasrelaksaatiota. Lihasselaksantit vaikeuttavat unen riittävyden arviointia, koska potilas ei pysty lihasrelaksaation takia liikkumaan tai muuten ilmaista hereillä oloa tai kiputuntemusta. Liikkuminen kivuliaan ärsytyksen takia voi olla myös vain selkäydinheijaste ilman hereillä oloa, kipulääkityksen riittämättömyyden takia reagoiva potilas ei yleensä ole hereillä. Verenpaineen ja sykkeen muutokset eivät kerro unen syvyydestä luotettavasti, koska autonominen hermosto säätelee niiden toimintaa, muutokset eivät viittaa aina hereillä oloon. (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1931-1932.)

Riittämättömän unen syvyyden ja samanaikaisen kirurgisen stimulaation aikana, verenpaine ja sydämen syke voivat nousta erittäin paljon. Lihasselaksanttien käyttö tekee kliinisten merkkien kuten potilaan liikkeen ja hengityksen käytöstä epäluotettavaa unen syvyyden arvioinnissa. Kardiovaskulaariset merkit kuten verenpaineen ja sykkeen muutokset voivat johtua myös verenpainetta alentavista lääkkeistä tai beetasalpaajista, joten kardiovaskulaariset merkit eivät kuitenkaan välttämättä kuvaa unen syvyyttä yleisanestesian aikana luotettavasti. Potilaan herätessä leikkauksen aikana yleisanestesian aikana on kyse hätätilanteesta. Tämä vaihe voidaan jakaa kolmeen osaan, järjestys riippuu annetuista anestesia-aineista, potilaan iästä, sukupuolesta, perussairauksista ja leikkauksen kestosta. Anestesia-aineiden loppumisen tai vaikutuksen lakkaamisen ja lihasrelaksaation kumoutumisen jälkeen, ensimmäinen kliininen merkki heräämisestä on epäsäännöllisen hengityksen palautuminen.

EEG:ssä alpha- ja beta-aktiiviteetti kasvavat. Toisessa vaiheessa sydämen syke nousee, autonomiset toiminnot palaavat kuten: syljeneritys, kyynelehtiminen, kasvojen liikkeet, nieleskely, yökkiminen ja yskiminen. Myös tässä vaiheessa alpha- ja beta-aktiiviteetti lisääntyy EEG:ssä. Lihasselvoiman palautuminen mahdollistaa extubaation. Kolmannessa vaiheessa potilas avaa silmät ja pystyy toimimaan suullisten komentojen mukaisesti ja EEG:ssä näkyy hereillä olon beta-aktiiviteettia. (Musialowicz 2013, 8-13.)

Vaikka kliinisten merkkien käyttö antaa perinteisen tavan arvioida unen syvyyttä, sillä on useita puutteita. Kuten, käyttäessä yhtä pääte pistettä, vain kaksi anestesian tilaa voidaan erottaa ennen ja jälkeen pääte pisteen. Tästä syystä on kehitetty enemmän

kuin yksi päätepiste. Päätepiisteet voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan: hypnoottiseen ja analgeettiseen, riippuen siitä kuvastavatko ne potilaan tajuisuutta vai reagoimista kipuun. Hypnoottiset päätepiisteet antavat tietoa potilaan tajuisuuden tasosta ja muistista. Historiallisesti silmän liikkeet kuten pupillin refleksit ja ripsien refleksit ovat olleet potilaan unen syvyyden arviointikeinona. (Kortelainen 2011, 24.)

Yleisanestesian turvallisuus

Anestesianantajan virheet voivat johtua useista syistä, ja anestesiahenkilökunnan tekemät ratkaisut ovatkin usein syynä tahattomaan hereillä oloon. Potilaan tapa reagoida anestesia-aineisiin ja laitteiden toimimattomuus ovat vain harvoin syynä tähän. Syynä voi olla myös, ettei farmakokinetiikkaa tai farmakodynamiikkaa välttämättä tunneta. Koneellisen monitoroinnin yhteydessä ymmärrys anestesian kliinisistä merkeistä vähenee. Vaikka monitorointi tuottaa valtavasti ajantasaista tietoa, informaation tulkitsemisessa on paljon puutteita. Lisäksi kaikkea anestesiatyöaseman antamaa tietoa ei pystytä tai ehditä välttämättä tulkitsemaan, piittaamattomuudenkaan mahdollisuutta ei voida sulkea pois. (Yli-Hankala 2015, 449-450.)

Leikkaustekniikoiden kehittyessä anestesian kliinisten merkkien arviointi on vaikeutunut, sillä potilas on yhä huolellisemmin peitelty. Mahdollisuuksien mukaan potilasta tulisi tarkkailla ja ihoa tunnustella. (Yli-Hankala 2015, 450.)

Jäntin, Baerin, Rorariuksen ja Alahuhdan mukaan käytännön kliinisessä hoitotyössä on hyvä puhua anestesian syvyydestä (unen syvyydestä) käyttämällä esimerkiksi termejä liian keveä tai liian syvä. On osoittautunut, että anestesian syvyys on hyödyllistä jakaa hypnoosiin, analgesiaan ja relaksaatioon. Tällöin jäljelle jää ongelma, ettei mikään näistä osista ole yksiselitteinen ja aina samalla mekanismilla tapahtuva. Etenkin hypnoosi voidaan aiheuttaa farmakologisesti hyvin erilaisilla aivotoiminnan häiriöillä ja tämä näkyy myös aivojen sähköisessä toiminnassa, kuten päänahalta rekisteröidyssä EEG:ssä ja herätepotentiaaleissa. (Jäntti ja muut 2004, 249-251.)

Lääkkeet ja turvallisuus

Laitteiston ja letkuston liitännöiden seuranta, neurofysiologinen monitorointi sekä hyvä farmakologinen ymmärrys korostuu laskimoanestesiassa (Yli-Hankala 2015,

450). Mazanikovin ja Pöyhiän mukaan useimmiten toimenpidelääkäri tai anestesiologi huolehtii laskimosedatiosta, käyttämällä bentsodiatsepiinejä, opioideja tai propofolia. Toimenpiteen aikaiseen sedatioon farmakologisesti mielekkäitä lääkkeitä ovat fentanyl, alfentaniili, midatsolaami ja propofoli, joita kaikkia voidaan antaa kerta-annoksena tai infuusiona laskimoon. Toimenpidelääkäri tai anestesiologi päättää tällöin sedaation syvyyden. Sedatointiin liittyvät riskit on tärkeä kartoittaa jo sedatointitapaa mietittäessä. (Mazanikov ja Pöyhiä 2011, 883.)

Tutkimuksen mukaan erilaiset lääkkeenantolaitteet kuten infuusiopumput ja höyrystimet ovat riski yleisanestesian aikaiseen hereillä oloon. Epäiltäessä yleisanestesian aikaista hereillä oloa tai potilaan reagointikykyä, on annettava välittömästi bolus propofolia (0,5mg/kg) tai midazolamia (0,06mg/kg) ja nostettava pääanestesia- aineen annosta. Anestesia-aineiden antolaitteet tulisi aina tarkastaa, koska toimintahäiriöt voivat johtaa ongelmiin yleisanestesian ylläpidon aikana. Yleisanestesian aikaisen hereillä olon sattuessa, tulisi potilaalle tehdä leikkauksen jälkeen haastattelu käyttäen Brice-kyselylomaketta. Haastattelu tulisi tehdä leikkauksen jälkeen, seuraavana aamuna sekä kolmantena postoperatiivisena päivänä. Potilaalta tulisi kysyä seuraavat kysymykset: mikä on viimeisin asia, jonka muistat ennen, kun menit nukkumaan, mikä on ensimmäinen asia, jonka muistat herätessä, näitkö unta, tai oliko sinulla muita kokemuksia unen aikana, mikä oli pahin asia operaatiosta ja mikä oli toiseksi pahin (Musialowicz 2013, 11-12). Yleisanestesiassa käytettävät lääkeaineet saattavat aiheuttaa osalla potilaista epileptistä kohtaustoimintaa, esimerkiksi sevofluraanin on todettu aiheuttavan epileptiformista EEG-aktiivisuutta epilepsiapotilailla sekä terveillä koehenkilöillä (Maksimov 2008, 516).

Hereillä olon riskitekijöitä

Aikaisempi leikkauksen aikainen hereillä olo, hypnoottisen aineen puuttuminen, vaikea intubaatio, sektio yleisanestesiassa, bentsodiatsepiinien, opioidien tai epilepsialääkkeiden pitkäaikaiskäyttö, suuri alkoholinkäyttö, akuuttitrauma, hypovoleeminen trauma, korkeanriskin sydänleikkaukset, sydämen ohitusleikkaukset, vaikea aortanahtauma, keuhkoverenpainetauti ja ASA 4-5 ovat suuria riskejä yleisanestesian aikaiseen hereillä oloon. Pienempiä riskejä ovat: keuhkohtaumatauti, preoperatiivinen beetasalpaajien käyttö, TIVA-anestesia, tupakointi sekä ylipaino (BMI > 30). (Musialowicz 2013, 11.)

Toimenpiteeseen liittyvät riskitekijät: sydänkirurgia, lihavuuskirurgia, traumakirurgia, suuri verenhukka, suunniteltu kevyt anestesia, laskimoanestesia, täydellisen hermolihassalpauksen tarve (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1932). Liian syvä uni johtaa moiniin komplikaatioihin kuten hemodynaamiseen epätasapainoon ja pitkittyneeseen toipumiseen, myös liian kevyellä unella on vakavia seurauksia (Kortelainen 2011, 15).

5.4 EEG:n häiriötekijät

EEG indeksien tuottama informaatio perustuu heikkotehoisen biosignaalin rekisteröintiin häiriölle alttiissa ympäristössä ja rekisteröidyn signaalin analysointiin laskenta-algoritmeilla, jotka on kehitetty empiirisen tutkimustyön tuloksena. Monitoroinnin ulkoiset häiriöt vääristävät EEG-signaalia. Tulee myös ymmärtää, ettei kaikkien anesteettien lääkevaikutus EEG:hen ole samanlainen. (Yli-Hankala 2015, 450.)

EEG on matalan amplitudin takia altis erilaisille artefakteille (Kortelainen 2011, 29). Artefaktit voivat olla joko fysiologisia tai ei-fysiologisia. Fysiologiset artefaktit johtuvat yleensä muista elimistä tai aivoista, ei-fysiologiset johtuvat yleensä ympäristön laitteista. Fysiologisia artefakteja ovat esimerkiksi EMG- ja ECG-mittarit. (Aho 2012, 41.) Myös yksi merkittävimmistä fysiologisista artefakteista on silmä, silmän liikkeet ja silmien räpyttely voivat aiheuttaa häiriötä EEG:ssä (Kortelainen 2011, 29). Ei-fysiologisia ovat esimerkiksi sydämen tahdistin, sydän-, keuhkokone, lämpöpeitto ja sähkömagneettiset järjestelmät. Pursketoiminta ei ole itsessään artefakti, mutta sen on todettu aiheuttavan virheellisen korkeita lukuja Entropy-mittarissa. Unen syvyyden mittari saattaa sekoittaa pursketoiminnan hereillä oloon, josta seuraa anestesia-aineiden yliannostelu. (Aho 2012, 41-42.)

Hidastuva ja madaltuva EEG tulkitaan unen syvyyden monitoreilla unen syvenemiseksi. Yleisanestesian aikaisia hereillä oloja on raportoitu käytettäessä isoja määriä opioideja eikä tarpeeksi anestesia-aineita. Koska EEG:n elektrodit ovat kiinnitettynä otsalle, EMG eli lihassähkökäyrä saattaa aiheuttaa häiriötä EEG:ssä. EEG:n ja EMG:n taajuudet menevät päällekkäin laajalla taajuuksikaistalla, joten on mahdotonta erottaa EEG ja EMG kaistanpäästösuodattimella. Osalla ihmisistä voi olla perinnöllisistä

syistä matala EEG-taajuus, matalataajuisen EEG:n omaavalla ihmisellä on kuitenkin täysin normaali aivotoiminta. Tästä syystä on tärkeää tarkistaa potilaan normaalit EEG-arvot ennen induktiota. (Aho 2012, 42-43.) Yksi syy miksi unen syvyyden arviointi EEG:n avulla on ollut haasteellista, sillä nykyään käytetään samanaikaisesti monia erilaisia anestesia-aineita, jotka vaikuttavat huomattavasti EEG:hen (Kortelainen 2011, 39-40.).

Opioidien vaikutus unen syvyyteen ja sen arviointiin

EEG-pohjainen unen syvyyden arviointi on kohdannut monenlaisia haasteita, yhtenä niistä on monet erilaiset anestesiassa käytettävät lääkeaineet, joilla on vaikutus EEG:hen. Yleisanestesian aikana on usein käytössä hypnoottisen lääkkeen lisäksi opioidi analgeettisena lääkkeenä. Erityisesti yleisanestesia joka toteutetaan monella lääkeaineella, jolloin hypnoottiseen lääkkeeseen yhdistetään opioidi, on nostettu tutkimuksissa isoksi ongelmaksi. (Kortelainen 2011, 40-41.) Opioidit aiheuttavat isoilla annoksilla EEG:n laskua matalammalle taajuudelle (Aho 2012, 42). Suuret määrät opioideja aiheuttavat muutoksia EEG:ssä, EEG-indeksiaron ja tajuttomuuden suhde muuttuu: potilas saattaa olla tajuton suurilla indeksiarvoilla tai tajuissaan pienillä indeksiarvoilla. On siis tärkeää seurata useammalla keinolla unen syvyyttä ja tuntea taustalla olevaa farmakologiaa ja fysiologiaa, koska anestesian lääkevaikutus ei välttämättä kuvaa tajuttomuutta luotettavasti. (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1935.)

Useimmilla yleisanestesiassa käytettävillä opioideilla on samalaiset farmakodynaamiset ominaisuudet. Joten opioidien aiheuttavat muutokset EEG:ssä ovat verrattavissa toisiinsa. Korkeilla opioidi annoksilla opioidit nostavat EMG:tä ja saattavat joskus johtaa virheellisen korkeiden EEG-taajuuksien tulkintaan. Kun opioideja annetaan hypnoottisen lääkkeen lisäksi, tulee EEG-pohjaisen unen syvyyden seurannasta haasteellista, opioidit ja hypnoottiset lääkkeet vaikuttavat eri anestesiakomponentteihin, mikä entisestään vaikeuttaa EEG:n tulkintaa (Kortelainen 2011, 40.).

Tutkimusten mukaan sama anestesian taso saavutettiin kliinisten merkkien mukaan käytettäessä matalampia annoksia hypnoottista lääkettä ja EEG-pohjaista unen syvyyden mittausta verrattuna kevyempään anestesiaan käytettäessä opioideja. Tutkimuksista voi päätellä opioidien vaikuttavan pääasiassa kliiniseen tilaan eikä niinkään EEG:n mittaukseen. Tutkimuksissa todettiin, että opioidit vaikuttavat EEG-pohjaisiin

indekseihin annettaessa samanaikaisesti hypnoottista lääkettä, vaikutus näkyi EEG:n siirtymisenä syvempään unen tilaan viitaten lisääntyneeseen lääkkeen vaikutukseen. Osassa tutkimuksista ei tämmöistä vaikutusta näkynyt. (Kortelainen 2011, 41.)

Opioideilla on selkeä vaikutus unen syvyyteen kliinisten merkkien mukaan käytettäessä samanaikaisesti hypnoottista lääkettä. Tulosten mukaan unen syveneminen ei heijastu asianmukaisesti EEG-pohjaisiin mittareihin käytettäessä hypnoottien ja opioidien yhdistelmää yleisanestesiassa, tämä vaikeuttaa EEG-pohjaisten mittareiden kuten BIS-monitorin käyttöä. Opioidien vaikutus unen syvyyteen kliinisten merkkien perusteella on samansuuntainen, kun hypnoottisten aineiden vaikutus, EEG:n vaikutukset eroavat koska näiden lääkkeiden toimintamekanismit ovat erilaiset. Tämä vaikeuttaa opioidien vaikutuksen kuvausta EEG-pohjaiseen unen syvyyden mittaamiseen. (Kortelainen 2011, 40.) Ratkaisuna tähän ongelmaan on ehdotettu opioidien läsnäolon huomioiminen EEG:ssä sekä tietoisempien päätösten tekeminen potilaan kliinisen tilan perusteella. Tämän lähestymistavan on osoitettu parantavan haitallisten stimulaatioiden ennustamisen, mikä on tärkeää kirurgisen toimenpiteen aikana jolloin reagoimattomuus kipustimulaatioon, kuten ihoviiltoon on edellytyksenä toimenpiteen toteutukselle. (Kortelainen 2011, 24.)

6 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoitus on koota tutkimustietoa unen syvyyden arvioinnista EEG:n avulla tuoden siihen anestesiahoitajan näkökulman. Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda tietoa anestesiahoitajille sekä alan opiskelijoille, miten anestesiahoitaja voi edistää yleisanestesian turvallisuutta sekä arvioida unen syvyyttä EEG:n avulla, sekä mitä anestesiahoitajan tulee ymmärtää EEG:stä voidakseen arvioida EEG:n luotettavuutta ja osataksaan reagoida EEG:n muutoksiin.

Työnkuvan vaativuuden vuoksi uusilla anestesiahoitajilla on tarve pitkälle perehdytysjaksolle (Niskanen, Vakkuri, Meretoja & Alahuhta 2004, 2156). Anestesianantajan

virheet voivat johtua useista syistä, ja anestesiahenkilökunnan tekemät ratkaisut ovatkin usein syynä tahattomaan hereillä oloon. Potilaan tapa reagoida anestesia-aineisiin ja laitteiden toimimattomuus ovat vain harvoin syynä tähän. Syynä voi olla myös, ettei farmakokinetiikkaa tai farmakodynamiikkaa välttämättä tunneta. (Yli-Hankala 2015, 449-450.) Anestesiahoitajana on tärkeää muistaa ylläpitää hankittua ammattitaitoa, sekä päivittää omia tietoja ja taitoja. On huolestuttavaa, mutta inhimillistä, että virheet yleisanestesiassa johtuvat yleensä anestesiahenkilökunnan virheistä, josta nouseekin esille lisätiedon ja koulutuksen tarve anestesiahenkilökunnalle. Toisaalta, on ehkä hyvä, että virheet johtuvat anestesiahenkilökunnasta eikä laitteista, sillä näin ollen mahdollinen virhe on helpompi korjata.

Yli-Hankala toteaa, ettei EEG-monitoroinnista tulisi luopua (Yli-Hankala 2015, 451.), sillä yleisanestesian laatua voidaan parantaa merkittävästi EEG-monitoroinnin avulla. BIS- monitorointi vähentää 82 % yleisanestesian aikaista hereillä oloa suuren riskin potilailla. EEG-monitorointi auttaa myös estämään tarpeettoman voimakasta lääkevaikutusta, EEG-monitorointia voidaan käyttää apuna nukutusainetta annostellessa, jolloin annostukset saadaan optimaalisiksi, tällöin myös muiden yleisanestesiassa käytettävien lääkkeiden annostelu optimoituu. Potilaan saadessa vain tarpeellisen määrän lääkkeitä, toipuminen yleisanestesiasta nopeutuu. Lääkekustannuksien vähenemisestä usein ei kuitenkaan ole taloudellista hyötyä, koska elektrodin hinta ylittää usein säästetyt lääkekustannukset. (Yli-Hankala & Scheinin 2015, 1934.) Anestesiahoitajana on oleellista huomioida potilaan hyvinvointi ja leikkauksen jälkeisen toipumisen edistäminen, jolloin potilaan kannalta lääkemäärän optimointi on huomattavasti miellyttävämpää, kuin mahdollinen lääkkeiden yliannostelu. Tällöin potilas on turhaan lääketokkurassa ja yleisanestesiasta toipuminen on hidasta. Myös lääkkeiden aiheuttama pahoinvointi voi olla vähäisempää, kun lääkkeitä ei ole käytetty turhan paljoa. Toisaalta myös mahdollinen lääkkeiden aliannostelu ja leikkauksenaikainen hereillä olo ei ole potilaan kannalta toivottavaa.

Anestesian syvyyden määrittely EEG:n avulla perustuu EEG:n signaalin muutoksiin anestesia-aineiden määrän kasvaessa. EEG-aktiiviteetti muuttuu eri taajuuksilla suhteessa unen syvenemiseen. (Kortelainen 2011, 32.) EEG:n tiedetään muuttuvan seadaation syventyessä. Epäiltäessä yleisanestesian aikaista hereillä oloa tai potilaan reagoitokykyä, on annettava välittömästi bolus ja nostettava päänestesia-aineen

annosta (Musialowicz 2013, 11-12). EEG:n ja siitä johdettujen indeksien rutiini-omaista seuranta suositellaan osana modernin balansoidun anestesian monitorointia ja laadunvarmistusta nyky menetelmien rajoituksista huolimatta. On tärkeää muistaa, että EEG on vain tajuisuuden korvikemittari, joka kuvaa lääkeaineen vaikutusta aivojen sähköiseen toimintaan, mutta ei välttämättä kuvaa potilaan tajuisuutta. (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1935.) On siis tärkeää muistaa havainnoida potilasta kokonaisuutena EEG:n lisäksi. EEG:n tulkinnessa on tärkeää muistaa, ettei katso vain numeroita, vaan anestesiahoitajan tulisi osata tulkita myös raakaa EEG:tä. Herää ajatus, että missä vaiheessa koulutusta anestesiahoitajan tulisi omaksua EEG:n tulkintaan tarvittavat tiedot. Tulisiko vastuu tästä olla ammattikorkeakouluilla vai jääkö se työpaikoille?

Yhdysvalloissa tehtyjen laajojen akateemisten tutkimusten mukaan BIS-indeksin valmistajan suosittelemat optimaaliset unen syvyyden raja-arvot eivät ole optimaaliset tahattoman hereillä olon välttämiseksi (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1934). Välttääkseen EEG-pohjaisten monitorien virhelähteistä johtuvia anestesia-aineiden yli- ja aliannostelua, ovat monet viranomaiset suositelleet, että olisi tärkeää, osata tulkita raakaa EEG:tä numeeristen lukujen lisäksi unen syvyyden arvioinnissa (Aho 2012, 43). Eri monitorien indeksien vertaileminen samalla potilaalla yleisanestesian aikana on tärkeää, ymmärtääkseen eri indeksien eroavaisuudet (Musialowicz 2013, 2). Monitoroinnin ulkoiset häiriöt vääristävät EEG-signaalia. Tulee myös ymmärtää, ettei kaikkien anesteettien lääkevaikutus EEG:hen ole samanlainen. (Yli-Hankala 2015, 450.) Tutkimuksista nousee kysymys, miksi eri lähteissä oli eriävät raja-arvot EEG-indekseille. Valmistaja suosittelee optimaaliseksi unen syvyyden tasoksi kirurgiseen toimenpiteeseen 40-60, mutta kuitenkin on todettu indeksi-luvun ollessa 60 olevan riski herätä pienestäkin kirurgisesta ärsytyksestä. Valmistajan suosittelemat raja-arvot ovat ilmeisesti asetettu korkeiksi siksi, että herääminen ja toipuminen nopeutuvat. Mutta tämä pistää miettimään, että kumpi on potilaan kannalta kannattavampaa, hereillä ololle altistaminen vaiko leikkauksesta hitaampi toipuminen. Sekä kysymykseksi nousee, onko olemassa yhtenäisiä raja-arvoja.

Opioidit aiheuttavat isoilla annoksilla EEG:n laskua matalammalle taajuudelle (Aho 2012, 42). On siis tärkeää seurata useammalla keinolla unen syvyyttä ja tuntea taus-

talla olevaa farmakologiaa ja fysiologiaa, koska anestesian lääkevaikutus ei välttämättä kuvaa tajuttomuutta luotettavasti (Yli-Hankala ja Scheinin 2015, 1935). Kun opioideja annetaan hypnoottisen lääkkeen lisäksi, tulee EEG-pohjaisen unen syvyyden seurannasta haasteellista, opioidit ja hypnoottiset lääkkeet vaikuttavat eri anestesiakomponentteihin, mikä entisestään vaikeuttaa EEG:n tulkintaa (Kortelainen 2011, 40). Käytettäessä opioideja hypnoottisten lääkkeiden lisänä tulee opioidien vaikutukset tiedostaa EEG:tä tulkittaessa.

Tuomen mukaan laadullista tutkimusta tehdessä ei tulisi käyttää yleisesti tutkimuspiireissä käytettäviä validiteetin ja reliabiliteetin käsitteitä, vaan ennemmin tulisi puhua uskottavuudesta, vastaavuudesta, siirrettävyydestä, luotettavuudesta, varmuudesta, riippuvaisuudesta, vakiintuneisuudesta, vahvistettavuudesta ja vahvistuvuudesta. Loppujen lopuksi tutkimusta arvioidaan kokonaisuutena sekä johdonmukaisuuden perusteella. (Tuomi 2007, 150.)

Opinnäytetyön luotettavuutta lisää se, että samoja tuloksia löytyi useista lähteistä. Tekijöitä oli kaksi, tutkimukset on valittu yhdessä luotettavista tietokannoista sekä molemmat ovat lukeneet tutkimustulokset läpi. Valitut tutkimukset ovat alalla merkittävien tutkijoiden tekemiä. Suurin osa tutkimuksista on tuoreita.

Luotettavuuden kannalta ongelmaksi muodostui, että osassa lähteistä tutkimustulokset olivat ristiriidassa. Osa tutkimuksista oli englanninkielisiä, joka ei ole tekijöiden äidinkieli, tämä voi vaikuttaa siihen, ettei kaikkea ole välttämättä ymmärretty oikein. Luotettavuutta heikentää myös aiheen vaikeus sekä se, ettei tekijöillä ole aiheesta laajaa aikaisempaa tuntemusta jonka aihe vaatisi. Tutkimustulosten luotettavuuteen vaikuttaa se, että tutkittua tietoa hoitotieteen näkökulmasta on vähän.

Opinnäytetyössä tiedonhankinta suoritettiin tutkimuskysymyksen pohjalta, käyttäen yleisesti hyväksytyjä tieteellisiä tietokantoja. Luotettavuutta lisää myös se, että tekijät tekivät tiedonhankinnan yhdessä. Aineistoa etsittäessä käytettiin useita erilaisia hakusanoja ja yhdistelmiä, jotta saatiin mahdollisimman kattavasti tutkimuskysymyksen vastaavaa tietoa. Aineistoa valitessa käytettiin tarkkoja sisäänotto-kriteerejä. Sekä se, että osa tutkimuksista on englanniksi, joka ei ole tekijöiden äidinkieli, mistä voi koitua mahdollisia käännösvirheitä. Opinnäytetyön luotettavuuteen vaikuttaa

myös aiheen haastavuus: aiheen täydellinen syvällinen ymmärtäminen vaatisi erittäin pitkäaikaista perehtymistä.

Kirjallisuuskatsauksen johtopäätöksenä nousee esiin, että aiheeseen liittyen voisi olla enemmän koulutusta käytännön hoitotyössä sekä tutkittua tietoa hoitotyön näkökulmasta voisi olla enemmän. EEG:hen vaikuttaa monet asiat jotka tekevät unen syvyyden arvioinnista haastavaa sekä epäluotettavaa, kuten artefaktit ja lääkkeet. On siis tärkeää havainnoida EEG:n lisäksi potilasta kokonaisuutena sekä käyttää unen syvyyden arviointiin muitakin keinoja kuin EEG. Anestesiahoitajan olisi hyvä, osata tulkita raa'asta EEG:stä unen syvyyttä kuvastavat aktiviteetit, joka auttaa myös tulkitsemaan EEG-pohjaisia indeksejä ja niiden luotettavuutta. On myös hyvä tiedostaa mahdolliset häiriötekijät ja mahdollisten muutosten syyt, jotta osataan toimia tilanteen vaatimalla tavalla. Häiriötekijöiden tunteminen lisää EEG:n tulkinnan luotettavuutta, sekä auttaa tulkitsemaan unen syvyyden muutoksia mahdollisimman todenmukaisesti, jolloin voidaan välttyä anestesia-aineiden yli- ja aliannostelulta. Nämä asiat huomioiden on mahdollista, että välttyttäisiin potilaan tahattomalta hereillä olosta sekä voitaisiin nopeuttaa potilaan toipumista yleisanestesiasta.

Opinnäytetyön tulosten perusteella nousi esiin, että hoitotyön näkökulmasta aiheesta ei ollut tehty tutkimuksia kovin paljoa. Jatkotutkimuksena voisi tutkia kuinka paljon hoitoalan ammattilaisilla on käytännössä tietoa aiheesta ja EEG:n tulkinnasta.

Lähdeluettelo

- Aho, A. 2012. 24, 36, 41-43. The Influence of Frontal Muscle Electromyography on Electroencephalography-Based Depth of Anesthesia Monitoring. Väitöskirja. Tampere: Tampereen yliopisto. Viitattu 18.10.2017.
<http://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/66969/978-951-44-8990-7.pdf?sequence=1>
- Alasuutari, P. 1999. 39. Laadullisen analyysin vaiheet. Laadullinen tutkimus. Jyväskylä. Gummerrus kirjapaino OY. Viitattu 3.1.2018.
- Jääntti, V., Baer, G., Rorarius, M. & Alahuhta, S. 2004. 249-251. ”Anestesian syvyys” ja EEG. Finnanest. Viitattu 21.10.2017. http://www.finnanest.fi/files/a_jaantti.pdf
- Kortelainen, J. 2011. 15, 23-24, 29, 30-34, 39-40. EEG-BASED DEPTH OF ANESTHESIA MEASUREMENT. Väitöskirja. Oulu: Oulun yliopisto. Viitattu 16.10.2017.
<http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789514294853.pdf>
- Liukas, T & Räisänen, N. 2013. Tajunnan taso, anestesian syvyys ja lihasrelaksaatio. Anestesiahoitotyön käsikirja. 172-179. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 7.8.2017
- Lääketieteen termit. N.D. Yleisanestesia. Duodecim. Viitattu 13.11.2016.
http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/terveysportti/rex_terminologia.koti
- Maksimow, A ym. 2008. 515-516. Miten anestesia vaikuttaa aivoihin?. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim. Viitattu 18.10.2017.
<http://www.duodecimlehti.fi/lehti/2008/5/duo97091>
- Mazanikov, M. & Pöyhä, R. 2011. 883. Potilassäätöinen sedaatio. Duodecim. 20.2.2018.
<http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/xmedia/duo/duo99523.pdf>
- Musialowicz, T. 2013. EEG-based Monitoring during General Anesthesia and Sedation. Väitöskirja. Kuopio: Kuopion yliopisto. Viitattu 17.10.2017.
http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-1007-3/urn_isbn_978-952-61-1007-3.pdf
- Mäntylä, K., Toomar, J. & Reukauf, M. 2013. Sopivien analyysimenetelmien valitseminen. Graka kaulassa gradun ja kandin tekijän selviytymisopas. 39. Oy Finn Lecture Ab. Viitattu 25.1.2018.
- Niemi-Murola, L. 2016. Yleisanestesian induktio. Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. 111-112. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 10.8.2017
- Niemi-Murola. 2016. Yleisanestesian ylläpito ja herättäminen. Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. 120-121. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 10.8.2017
- Niskanen, M., Vakkuri, A., Meretoja, O. & Alahuhta, S. 2004. 2153- 2157. Anestesiahoitotyön ja –sairaanhoitajan välinen työnjako. Suomen lääkärilehti 20/2004. Viitattu 23.2.2018.
<http://www.laakarilehti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/pdf/2004/SLL202004-2153.pdf>

- Nuutinen. 2006. 23-25. Osaamisella turvallista hoitoa 40 vuotta. Spirium 4/06. Viitattu 23.2.2018.
- Rosenberg, p., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola., K. & Ruokonen, E. 2014. 186-187. Anestesiologia ja tehohoito. Aivojen fysiologia anestesian aikana. Kustannus OY Duodecim. Viitattu 13.11.2017.
- Rosenberg, P. 2014. Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia. Anestesian periaatteet. viitattu 13.11.2016. <http://www.oppoportti.fi/op/lft00280/do>
- Saano, S & Taam-Ukkonen, M. 2015. Yleisanestesiassa olevan potilaan seuranta. Lääkehoidon käsikirja. 651-652. Helsinki. Sanoma Pro Oy. Viitattu 7.8.2017
- Salmenperä, M. & Yli-Hankala, A. 2016. Aivojen Happeutus. Anestesiologia ja Tehohoito. 325. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 14.10.2017
- Salmenperä, M. & Yli-Hankala, A. 2016. Aivojen valvonta. Anestesiologia ja tehohoito. 325. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 14.10.2017
- Salminen, A. 2011. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. 6. Vaasa: Vaasan yliopisto. Viitattu 25.1.2018. http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf
- Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. 2016. Kirjallisuuskatsauksen tyypittelyä. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 8-9. Turku: Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. Viitattu 12.2.2018
- Tengvall, E. 2010. 1. Leikkaus- ja anestesiahoitajan ammatillinen pätevyys. Kyselytutkimus leikkaus- ja anestesiahoitajille, anestesiologeille ja kirurgeille. Kuopio: Itä-Suomen yliopisto. Viitattu 11.2.2018. http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-0226-9/urn_isbn_978-952-61-0226-9.pdf
- Terveyskirjasto. N.D. Aivosähkötoiminta. Viitattu 13.11.2016. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt00075&p_teos=ltt
- Terveyskirjasto. N.D. Elektroenkalografia. Viitattu 13.11.2016. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt00655&p_teos=ltt
- Tuomi, J. 2007. Katsaus. Tutki ja Lue. 30. Jyväskylä. Gummerus kirjapaino OY. Viitattu 12.2.2018
- Tuomi, J. 2007. Laadullisen tutkimuksen luotettavuus. Tutki ja Lue. 150. Jyväskylä. Gummerus kirjapaino OY. Viitattu 3.1.2018.
- Yli-Hankala, A. 2003. 432. EEG:n entropia anestesian syvyyden mittarina. Finnanest. Viitattu 21.10.2017 http://www.finnanest.fi/files/1a_ylihankala.pdf
- Yli-Hankala. 2015. 449-451. Tahaton hereillä olo. Finnanest. Viitattu 20.2.2018. http://www.finnanest.fi/files/yli-hankala_tahaton_hereilla_olo.pdf

Yli-Hankala, A., Scheinin, H. 2015. 1929-1935. Voiko anestesian syvyyttä mitata aivosähkökäyrällä?. Duodecim. Viitattu 17.10.2017.
<http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/xmedia/duo/duo12493.pdf>

Kirjallisuuskatsauksen lähdeluettelo

Aho, A. 2012. 24, 36, 41-43. The Influence of Frontal Muscle Electromyography on Electroencephalography-Based Depth of Anesthesia Monitoring. Väitöskirja. Tampere: Tampereen yliopisto. Viitattu 18.10.2017.
<http://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/66969/978-951-44-8990-7.pdf?sequence=1>

Jantti, V., Baer, G., Rorarius, M. & Alahuhta, S. 2004. 249-251. "Anestesian syvyys" ja EEG. Finnanest. Viitattu 21.10.2017. http://www.finnanest.fi/files/a_jantti.pdf

Kortelainen, J. 2011. 15, 23-24, 29, 30-34, 39-40. EEG-BASED DEPTH OF ANESTHESIA MEASUREMENT. Väitöskirja. Oulu: Oulun yliopisto. Viitattu 16.10.2017.
<http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789514294853.pdf>

Maksimow, A ym. 2008. 515-516. Miten anestesia vaikuttaa aivoihin?. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Viitattu 18.10.2017.
<http://www.duodecimlehti.fi/lehti/2008/5/duo97091>

Mazanikov, M. & Pöyhiä, R. 2011. 883. Potilassäätöinen sedaatio. Duodecim. 20.2.2018.
<http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/xmedia/duo/duo99523.pdf>

Musialowicz, T. 2013. EEG-based Monitoring during General Anesthesia and Sedation. Väitöskirja. Kuopio: Itä-Suomen yliopisto. Viitattu 17.10.2017.
http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-1007-3/urn_isbn_978-952-61-1007-3.pdf

Yli-Hankala. 2015. 449-451. Tahaton hereillä olo. Finnanest. Viitattu 20.2.2018.
http://www.finnanest.fi/files/yli-hankala_tahaton_hereilla_olo.pdf

Yli-Hankala, A. & Scheinin, H. 2015. 1929-1935. Voiko anestesian syvyyttä mitata aivosähkökäyrällä?. Duodecim. Viitattu 17.10.2017.
<http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/xmedia/duo/duo12493.pdf>