

# TRANSKRANIAALINEN MAGNEETTISTIMULAATIO

Kuvallinen potilasohje KYS:n klinisen neurofysiologian  
yksikköön

TEKIJÄT: Emmi Leskinen  
Katja Kauppinen  
Anna Mustonen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala			
Koulutusohjelma Bioanalytiikan koulutusohjelma			
Työn tekijät Emmi Leskinen, Katja Kauppinen ja Anna Mustonen			
Työn nimi Transkraniaalinen magneettistimulaatio- Kuvallinen potilasohje KYS:n kliinisen neurofysiologian yksikölle			
Päiväys	31.3.2016	Sivumäärä/Liitteet	38/4
Ohjaaja Leena Tikka			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani KYS:n kliininen neurofysiologia			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Masennus sekä muut psyykkiset ja aivoperäiset sairaudet ovat hyvin yleisiä ja jopa lisääntymään päin nykypäivänä. Moniin näihin sairauksiin ei olekaan pystytty löytämään toimivaa hoitokeinoa. Lääkinnällisen hoitomuodon lisäksi näihin sairauksiin on pyritty löytämään myös muita hoitokeinomahdollisuuksia. Kliinisen neurofysiologian yksikkö onkin yksi bioanalyytikon toiminta-alueista, jossa tutkitaan ihmisen hermoston-, lihaksiston- ja aivojen sähköistä toimintaa. Kliinisen neurofysiologian yleisimpiä tutkimuksia ovat EEG (Elektroenkefalografia), ENMG (Elektro-neuromyografia), herätevastetutkimukset, unitutkimukset sekä transkraniaalinen magneettistimulaatio (TMS). Bioanalyytikon tehtävänä on suorittaa potilaille kyseisiä tutkimuksia ja osallistua potilaan TMS-hoitoihin.</p> <p>Transkraniaalinen magneettistimulaatio (TMS) on kliinisen neurofysiologian menetelmä, jonka avulla voidaan ka-joamattomasti ja kivuttomasti tutkia aivojen ja liikeradaston toimintaa. Transkraniaalinen magneettistimulaatio perustuu sähkömagneettiseen induktioon, jossa aivokuorta stimuloidaan kelan avulla, jolloin muodostuva sähkökenttä aiheuttaa muutoksen aivojen hermosolujen toiminnassa. Transkraniaalista magneettistimulaatiota voidaan käyttää sekä hoitomenetelmänä että tutkimuskäytössä. Yleisin TMS-tutkimus on liikeaivokuoren kartoitus. Hoito- menetelmänä TMS on saavuttanut parhaimmat hoitovasteensa kipupotilaiden ja masennuspotilaiden hoidossa. Transkraniaalinen magneettistimulaatio on hyväksytty osaksi masennuksen käypä hoito -suositusta.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa kuvallinen potilasohje Kuopion yliopistollisen sairaalan kliinisen neurofysiologian yksikölle transkraniaalisesta magneettistimulaatiosta. Potilasohjeen tavoitteena on antaa osas- toille, potilaille sekä heidän läheisilleen enemmän tietoa kyseisestä hoidosta potilasohjeen avulla. Potilasohje an- taa tarvittavat ja luotettavat hoitoon liittyvät esitiedot sekä kuvauksen annettavasta hoidosta ja hoidon kulusta. Potilasohjeen avulla saadaan etukäteen valmistautuneita potilaita.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä käsitellään aivojen ja hermojen perusrakenteet, transkraniaalisen magneettistimulaation perusteet sekä potilasohjeen laadinnan tärkeimmät vaiheet.</p>			
Avainsanat Transkraniaalinen magneettistimulaatio, Kliininen neurofysiologia, Potilasohje			

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Biomedical Laboratory Science			
Authors Emmi Leskinen, Katja Kauppinen and Anna Mustonen			
Title of Thesis Transcranial magnetic stimulation- patient instruction for department of clinical neurophysiology at Kuopio University Hospital			
Date	31.3.2016	Pages/Appendices	38/4
Supervisor Leena Tikka			
Client Organisation /Partners Kuopio University Hospital, Clinical neurophysiology			
<p>Abstract</p> <p>Depression and other mental and cerebral diseases are very common, and even increasing these days. There is no common cure for most of them. In addition to medical treatment, there has been an attempt to find other non-medical treatment possibilities. The Department of Clinical Neurophysiology is one of the departments where Bio-medical scientists can work. It studies the human nerve and muscular function and electrical activity of the brain. The most common studies of Clinical Neurophysiology are EEG (Electroencephalography), ENMG (Electro-neuromyography), evoked potentials, sleep studies as well as transcranial magnetic stimulation (TMS). Biomedical scientist participates for performing examinations in clinical neurophysiology for patients and participating in the patient's TMS treatments.</p> <p>Transcranial magnetic stimulation (TMS) is one of the methods in clinical neurophysiology which can be used to study a patient's electrical brain activity. Transcranial magnetic stimulation is based on electromagnetic induction. In TMS the cerebral cortex is stimulated by coil, where the generated electric field causes a change in the brain's neuronal activity. Transcranial magnetic stimulation can be used as a method of treatment (therapeutic use) and it is also widely used for diagnostic purposes (diagnostic use). The most usual TMS studies are mapping the motor cortex and evaluation of motor threshold. Therapeutic use of TMS has achieved the best response in treatment of pain and depression in patients. Transcranial magnetic stimulation has been approved as a part of the Finnish käypä hoito -suositus for treatment in depression.</p> <p>The purpose of this thesis is to provide patient instructions for transcranial magnetic stimulation at Kuopio University Hospital, Department of Clinical Neurophysiology. The aim of the patient instructions is to give more information on this treatment for the patients and their relatives. The patient instructions give more accurate information to the patients receiving in the treatment, and as a result, the patients are more aware.</p>			
Keywords Transcranial magnetic stimulation, Patient instruction, Clinical neurophysiology			

## Terminologia

**ACC-alue:** Kivun kokemiseen vaikuttava aivokuoren alue, aivojen etummainen pihtipoimu

**Aktiopotentiaali:** Hermosolun kalvoa pitkin kulkeva sähköisen latauksen aalto, jotka kuljettavat kudoksen välisiä viestejä

**Depolarisaatio:** Solukalvon jännitteen pieneneminen lyhyeksi ajanjaksoksi

**Dorsolateraalinen prefrontaalinen aivokuori:** Aivokuoren osa, joka ohjaa motorista suunnittelua, muistia ja ajattelua

**Eksitaatio:** Toimintaa kiihdyttävä

**EEG:** Elektroenkefalografia, eli aivosähkökäyrä, jonka avulla tutkitaan aivojen sähköistä toimintaa

**EMG:** Elektromyografia, eli lihasten sähköisen toiminnan mittausmenetelmä

**Fosfeeni:** Näköaistimus, joka tulee esiin stimuloidessa verkkokalvoa muuttuvilla magneettikentillä

**Gliasolu:** Hermotukisolu, joka muodostaa hermotukikudoksen

**Hemisfääri:** Aivopuolisko

**Herätepotentiaali:** Jänniteheilahdus, joka voidaan rekisteröidä sähköisesti aistinelinten, ääreishermoston tai keskushermoston ratojen ärsytyksen seurauksena

**Inhibitio:** Toimintaa estävä

**Kliininen neurofysiologia:** Lääketieteen erikoisala, jossa tutkitaan hermoston- ja lihasten toimintaa

**Kortikaalinen:** kuorialue, aivokuori

**Kortikaalinen stimulaatioelektrodi:** Syväaivostimullatio elektrodi

**Magneettikenttä:** Sähkövarausten tai muuttuvan sähkökentän muodostama fysikaalinen ilmiö

**Motorinen kynnys:** Pienin stimulaatiovoimakkuus, jonka avulla voidaan tuottaa vaste kohdelihaksessa

**Neokortikaalinen epilepsia:** epileptogeeninen alue sijaitsee ohimolohkon ulkopuolella tai ohimolohkosta lateraalisuuntaan

**Neuroni:** Aivoissa, selkäytimessä ja ääreishermostossa sijaitseva hermokudoksen solu, joka välittää hermoimpulsseja

**Non-invasiivinen:** Elimistöön kajoamaton

**Prefrontaalinen aivokuori:** Isoaivokuoren etuotsalohkon alue

**Somatosensorinen aivokuori:** Tuntoa havaitseva aivokuoren alue

**Synapsi:** Kahden neuronin liitospinta, jonka kautta hermoimpulssi siirtyy neuronista toiseen

**Sähkökenttä:** Kenttä, joka muodostuu sähkövarauksen ympärille sekä muuttuvan magneettikentän vaikutuksesta

**Sähkömagneettinen induktio:** Magneettikentän synnyttämä sähkökenttä

**Tesla:** Magneettikentän voimakkuuden yksikkö

**Transkraniaalinen magneettistimulaatio:** Aivostimulointimenetelmä, jonka avulla voidaan kiihdyttää tai jarruttaa aivojen toimintaa

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
2	AIVOT JA HERMOSTO .....	8
2.1	Isoaivot .....	8
2.2	Toiminnallinen aivokuori .....	9
2.3	Hermosto .....	10
3	TRANSKRANIAALINEN MAGNEETTISTIMULAATIO .....	11
3.1	Transkraniaalisen magneettistimulaation kehitys .....	11
3.2	Transkraniaalisen magneettistimulaation toimintaperiaate ja laitteisto .....	12
3.3	Transkraniaalisen magneettistimulaation menetelmät .....	14
3.4	Transkraniaalinen magneettistimulaatio tutkimuksena .....	14
3.5	Transkraniaalinen magneettistimulaatio hoitomuotona .....	15
3.5.1	Masennus ja mielialahäiriöt .....	15
3.5.2	Skitsofrenia ja Parkinsonin tauti .....	16
3.5.3	Kipu .....	16
3.5.4	Aivohalvaus .....	17
3.5.5	Tinnitus ja kuuloharhat .....	17
3.5.6	Epilepsia .....	17
3.5.7	Väärinkäytöt ja riippuvuudet .....	18
3.6	Transkraniaalisen magneettistimulaation turvallisuus ja kontraindikaatiot .....	18
4	POTILAAN OHJAAMINEN .....	19
4.1	Potilasohje osana terveystiedotusta .....	19
4.2	Kirjallinen potilasohje .....	20
5	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS .....	22
6	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS .....	23
6.1	Potilasohje toiminnallisena opinnäytetyönä .....	23
6.2	Suunnittelu ja toteutus .....	23
7	POHDINTA .....	25
7.1	Työprosessi .....	26
7.2	Tuotoksen arviointi .....	27
7.3	Laatu, eettisyys ja luotettavuus .....	28
7.4	Ammatillinen kasvu .....	28

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	31
LIITE 1: POTILASOHJE .....	34
LIITE 2: TUTKIMUSLUPA.....	35

## 1 JOHDANTO

Kliininen neurofysiologia on yksi bioanalyytikon työskentelyn osa-alueista. Bioanalyytikon työhön kliinisen neurofysiologian yksikössä kuuluvat EEG-tutkimuksen suorittaminen, neurografisten- ja herätevastetutkimusten suorittaminen sekä transkraniaalisen magneettistimulaatiohoidon antaminen. Kliininen neurofysiologia onkin lääketieteen erikoisala, joka tutkii hermoston ja lihasten toimintaa. Yleisimpiä sairauksia, joita kliinisen neurofysiologian tutkimuksissa tutkitaan, ovat epilepsia, tajunnanhäiriöt, hermosäieauriot, hermopinteet, lihassairaudet sekä unihäiriöt. (Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri 2013.)

Transkraniaalinen magneettistimulaatio (TMS) on yksi uusimmista kliinisen neurofysiologian menetelmistä. Sen avulla pystytään noninvasiivisesti ja kivuttomasti tutkimaan aivojen ja liikeradaston toimintaa. Transkraniaalisen magneettistimulaation avulla on mahdollista kiihdyttää tai jarruttaa aivojen sähköistä toimintaa. (Määttä, Vaalto, Könönen ja Säisänen 2012.) Transkraniaalista magneettistimulaatiota voidaan käyttää sekä hoitomuotona että tutkimuskäytössä. Yleisimpänä hoitomuotona transkraniaalista magneettistimulaatiota käytetään masennuksen hoidossa, joka on hyväksytty myös osaksi masennuksen käypä hoito -suositusta (Duodecim 2015). Tutkimuskäytössä transkraniaalista magneettistimulaatiota käytetään yleisimmin liikeaivokuoren kartoituksessa.

Opinnäytetyömme tarkoituksena oli tehdä kuvallinen potilasohje Kuopion Yliopistollisen Sairaalan kliinisen neurofysiologian yksikölle, joka toimi myös opinnäytetyömme toimeksiantajana. Kyseinen yksikkö toivoi kuvallista potilasohjetta transkraniaalisesta magneettistimulaatiosta jaettavaksi muunmuassa lähettäville yksiköille, jotta stimulaatioon tulevat potilaat saisivat ennakkotietoa kyseisestä menetelmästä. Ohjeessa on yksinkertaistetusti transkraniaalisen magneettistimulaation perusteet, joten siitä on hyötyä potilaiden lisäksi myös muulle alan henkilökunnalle. Myös opiskelijat voivat käyttää hyväksi tekemäämme potilasohjetta tutustessaan transkraniaaliseen magneettistimulaatioon.

Opinnäytetyön tavoitteena onkin antaa osastoille, potilaille sekä heidän läheisilleen enemmän tietoa kyseisestä tutkimuksesta potilasohjeen avulla. Nykypäivänä potilaat ovat hyvin kiinnostuneita heitä koskevista tutkimuksista ja hoidoista, joten usein he etsivät tietoa internetistä, jolloin ei voi tietää miten luotettavaa ja oikeaa tieto on. Potilasohjeen avulla voidaan antaa potilaille tarvittavat ja luotettavat hoitoon liittyvät esitiedot sekä kuvauksen annettavasta hoidosta ja hoidon kulusta. Tästä johtuen saamme tietoisempia ja nähtävästi paremmin etukäteen valmistuneita potilaita.

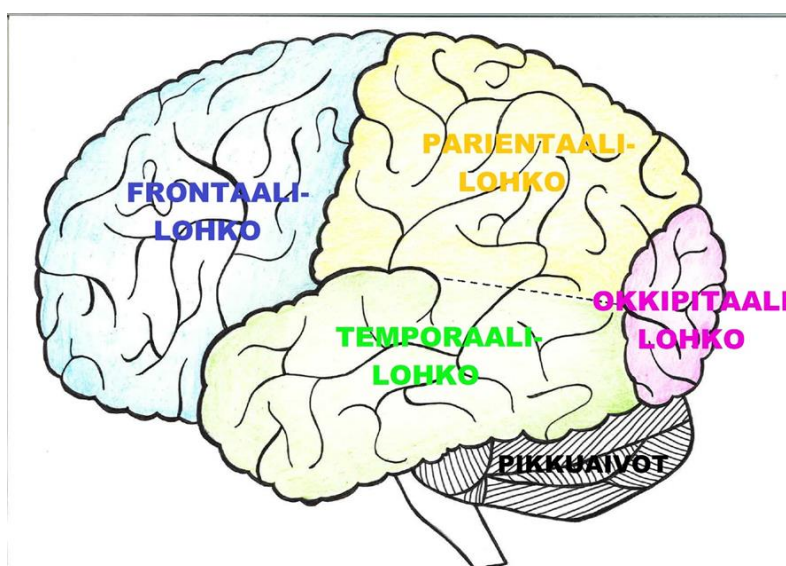
Tässä opinnäytetyössä olemme käsitelleet transkraniaalisen magneettistimulaation perusteet, sekä potilasohjeen teon prosessin. Keskeisenä asiana keskitymme siihen, kuinka potilasohje tuotetaan niin, että se on mahdollisimman hyödyllinen tutkimukseen tuleville potilaille.

## 2 AIVOT JA HERMOSTO

Aivot ovat hyvin tärkeä osa transkraniaalista magneettistimulaatiota. Transkraniaalisen magneettistimulaation avulla voidaan stimuloida tiettyä aivokuoren aluetta, jolloin sen sähköinen toiminta muuttuu. Aivot ovat yksi elimistömme tärkeimmistä elimistä. Aikuisella aivot painavat lähes 1,5 kg ja ne voidaan jakaa 6 eri pääosaan, joita ovat isoaivot, väliaivot, keskiaivot, aivosilta, pikkuaivot ja ydinjatke. (Nienstedt, Hänninen, Arstila ja Björkqvist 1991, 529). Keskitymme tässä kappaleessa pääasiassa isoivoihin, jotka peittävät alleen muut aivojen osat, ja joihin magneettistimulaatio kohdistuu. Isoaivot ovat jakautuneet vasempaan ja oikeaan aivopuoliskoon, eli hemisfääriin, joiden välillä on hyvin syvä uurre. Molempien aivopuoliskojen sisällä on aivokammio, joka sisältää likvoria, eli selkäydinnestettä. Aivokammioista peräisin oleva selkäydinneste virtaa hiljalleen sivukammioita pitkin ydinjatkeeseen. (Nienstedt ym. 1991, 529 – 534.)

### 2.1 Isoaivot

Isoaivojen uloin kerros on harmaan aineen muodostama aivokuori. Aivokuoren alla on pääasiassa valkeaa ainetta, mutta myös harmaan aineen muodostamia hermotumakkeita, joita magneettistimulaatiolla voidaan aktivoida. Isoaivojen pinnassa on runsaasti poimuja ja niiden välisiä uurteita. Kuvasssa 1. on eritelty aivojen jakautuminen eri lohkoihin: otsalohko (frontaali), päälakilohko (parientaali), ohimolohko (temporaali) ja takaraivolohko (okkipitaali) (Kuva 1). Aivokuori on välttämätön useimmille suurta tarkkuutta vaativille hermotoiminnoille, kuten aisteille ja aistien tulkinnalle, sekä motoriselle liikkeelle ja liikkeen tuottamiselle. Magneettistimulaatiohoito esimerkiksi kipupotilailla toimii hyvin, koska spesifiset aistiradat kulkevat suoraa reittiä reseptoreista isoavokuoreen. Suurin osa aistiradoista risteytyy vasemmalta oikealle ja päinvastoin. Siksi esimerkiksi vasemman puolen kasvo-kipua hoidetaan stimuloimalla aivokuorta oikealta puolelta. (Nienstedt ym. 1991, 529 – 533.)



KUVA 1. Aivolohkot, kuvattuna sivusuunnasta. (Katja Kauppinen)



## 2.2 Toiminnallinen aivokuori

Aivokuori on yleisesti jaoteltu kolmella erilaisella tavalla, joista yksi perustuu silminnähtäviin uurteisiin, toinen Korbinian Brodmanin keksimään jaottelutapaan ja kolmas neurologisiin tehtäviin perustuvaan jakoon. Tässä kappaleessa perehdymme lähinnä Brodmanin ja neurologisiin tehtäviin perustuvaan jaottelutapaan. Brodmanin jaottelun mukaan aivot voidaan jakaa 47 osaan, jotka osallistuvat kahdeksaan eri päätoimeen, eli kuuloon, muistiin, tuntoaistiin, motoriikkaan, tunteiden käsittelyyn, näkökykyyn, maku- ja hajuaistiin. Tämän jaottelutavan perusteella aivokuoren pinta-alasta suurin osa vastaa näkökyvystä, ja toiseksi suurin motoriikasta. Kaikkein vähiten aivokuoren pinta-alasta on maku- ja hajuaistia aktivoivia alueita. (Carter 2009, 66 - 67.) Transkraniaalisen magneettistimulaation näkökulmasta oleellimmat kuoren osat ovat **tuntoaistimuksista ja liikkeestä** vastaavat aivokuoren alueet.

**Tuntoaistimuksista** vastaa pääasiassa somatosensorinen aivokuori, joka kiertää vasemmalta ohimolohkolta oikealle ohimolohkolle, päälakilohkon kautta. Vasemmalle tulevat tuntoaistimukset käsitellään aivokuorella oikealla ja päinvastoin. Aivokuoren osat käsittelevät elimistön eri tunteoreseptoreista tulevaa informaatiota eri kohdissa somatosensorista aivokuorta. Kipua kuljettavat hermosyyt ovat jakautuneet lähes jokaiseen ruumiin osaan, jotka lähettävät sähköisiä signaaleja ärsytyspaikasta selkäydintä pitkin aivoihin. Kuitenkin kiputilanteissa aktiivisena on useita muitakin aivokuoren alueita, jotka valvovat elimistön yleistilaa. Yksi kivun kokemiseen vaikuttavia aivokuoren alueita on ACC-alue (anterior cingulate cortex), eli eli aivojen etummainen pihtipoimu, joka sijaitsee aivopuoliskojen välisessä uurteessa. Tämä alue vaikuttaa oleellisesti kivun tunteelliseen merkitykseen, sekä siihen kuinka paljon huomiota kipua aiheuttavalle vauriolle tulee antaa. (Carter 2009, 76 – 77, 100 – 101, 104 - 107.)

**Liikkeeseen** vaikuttavat aivokuorenalueet sijoittuvat otsalohkon (frontaali) alueelle. Liikkeet voidaan jakaa sekä tietoisiin että tiedostamattomiin liikkeisiin. Tietoiset liikkeet, kuten käveleminen tapahtuu primäärisessä motorisessa aivokuoressa. Niihin voi osallistua myöskin prefrontaalinen aivokuoren osa, eli eräs otsalohkon aivokuoren osa. Primäärinen aivokuoren osa osallistuu myöskin tiedostamattomiin liikkeisiin, kuten silmän räpsyttelyyn. Pääasiassa tiedostamattomiin liikkeisiin osallistuvat aivokuorialueet sijaitsevat päälakilohkon (temporaali) alueella. (Carter 2009, 110 - 111.)

Muita toiminnallisesti tärkeitä aivokuoren alueita ovat puheen tuotto ja kielialueet, lukemisen ja kirjoittamiseen osallistuvat alueet ohimolohkon alueella, sekä muistiin, ajatteluun, tietoisuuteen ja tunteisiin vaikuttavat alueet, joita on lähes jokaisella aivolohkon alueella. (Carter 2009, 76 – 182.)

## 2.3 Hermosto

**Hermosto** on yksi tärkein ihmisen elintoimintoja säätelevä ja koordinoiva järjestelmä, joka koostuu neuroneista ja gliasoluista. Se on koordinoiva järjestelmä, jonka avulla voidaan säätää kehon sisäisiä toimintoja ja reagoida ulkoisiin ärsykkeisiin. Hermosto voidaan jakaa keskushermostoon ja ääreishermostoon. (Haug, Sand, Sjaastad ja Toverud 1992, 102.)

Keskushermosto on hermoston osa, johon kuuluvat aivot ja selkäydin. Keskushermostossa on hermosoluja, jotka analysoivat ja arvioivat aistinsoluista tulevaa informaatiota, ja joiden avulla voidaan lähettää tarvittavat käskyt kehon eri lihaksiin tai rauhasiin. Ääreishermostoon kuuluvat kaikki keskushermoston ulkopuolelle jäävät hermosolut ja gliasolut. Ääreishermoston sensorinen osa välittää tietoa muualta elimistöstä keskushermostoon ja motorinen osa kuljettaa keskushermostosta viestit lihaksiin ja rauhasiin. (Haug ym. 1992, 113.)

**Hermosolu**, eli neuroni on solu, jonka avulla hermoimpulsseja voidaan viedä eteenpäin elimistön eri osiin. Se on yhteydessä toisiin soluihin välittäjäaineiden avulla. Hermosolu koostuu somasta, aksoneista ja dendriiteistä. Erityyppiset hermosolut voivat olla yhteydessä toisiinsa, jolloin liitoskohtaa kutsutaan synapsiksi. (Haug ym. 1992, 107.) Hermosolut ovat muodostuneet jo alkioikaudella, ja hermosolujen lisääntyminen syntymän jälkeen on hyvin vähäistä. Tämän vuoksi hermosolut eivät ole uusiutumiskykyisiä. Neuroneiden lisäksi, erityisesti aivoissa esiintyy gliasoluja, joiden tehtävänä on muodostaa suojaava tukiverkosto keskushermoston hermosolujen ympärille. (Haug ym. 1992, 104.)

Kaikkien solujen sisä- ja ulkokuoren välillä vallitsee jännite-ero, jota kutsutaan **kalvojänniteeksi**. Kalvojännite voi olla joko lepo- tai aktiopotentiaalinen. Hermostossa aktiopotentiaalilla avulla saadaan välitettyä nopeasti tietoa pitkälle elimistön eri osiin. Hermosolun aktiopotentiaali muuttaa kalvojännitettä niin, että solun sisäpuoli muuttuu negatiivisesta varauksesta positiiviseksi ja sähköimpulssin nopeus hermosolun viejähaarakeessa kasvaa huomattavasti. (Haug ym. 1992, 89.)

Eri hermopäätteet voivat olla yhteydessä toisiinsa **synapsin** avulla. Synapsit ovat hyvin keskeinen osa hermoston toimintaa. Aivojen kyky käsitellä tietoa ja ohjata esimerkiksi lihasten toimintaa perustuu synapseihin ja niiden toimintaan. Synapsit voidaan jakaa sähköisiin- sekä kemiallisiin synapseihin. Sähköisissä synapseissa vierekkäin olevat solukalvot muodostavat huokoisen pintakalvon, jonka avulla voidaan muodostaa sähköinen yhteys solujen välille ja näin siirtää tarvittavaa informaatiota eteenpäin. Kemiallisella synapsilla tarkoitetaan hermosoluliitosta, jossa hermoimpulssin liityttyä hermopäätteeseen muodostuu välittäjäaineita. (Haug ym. 1992, 107.)

### 3 TRANSKRANIAALINEN MAGNEETTISTIMULAATIO

Transkraniaalinen magneettistimulaatio (TMS) on kliinisen neurofysiologian menetelmä, jolla pystytään noninvasiivisesti ja kivuttomasti tutkimaan aivojen ja liikeradaston toimintaa. (Määttä ym. 2012.) TMS:n sovellutuksia on monia ja niistä on kerrottu myöhemmin kyseisen työn aikana. Transkraniaalisessa magneettistimulaatiossa pään pinnalle annetaan nopeasti muuttuva voimakas magneettipulssi, joka synnyttää aivokuorella hermosoluja aktivoivan sähkövirran. Stimuloituvan alueen suuruuden määräävät pulssien voimakkuus, stimulointikohta ja käytettävä laitteisto. Tarkimmillaan stimulaatio voidaan kohdistaa 1–2 cm<sup>3</sup>:n alueelle. (Määttä ym. 2012.)

#### 3.1 Transkraniaalisen magneettistimulaation kehitys

Magneettinen stimulaatio perustuu sähkömagneettiseen induktioon, jonka Faraday löysi vuonna 1831. Faraday havaitsi, että sähkömagneettinen pulssi, joka kulkee lankamaisen kelan läpi, synnyttää magneetikentän (Horvath, Perez, Forrow, Fregni, Pascual-Leone 2011). Ensimmäistä kertaa vuonna 1874 Bartholow kuvaili aivokuoren stimuloinnin sähkövirran avulla. Stimuloinnin myötä huomattiin, että aivojen oikeaa puolta stimuloidessa vaste saatiin vasemmalle puolelle kehoa. Vuonna 1896 d'Arsonval raportoi että, aivokuorta stimuloidessa hän havaitsi välkkyviä valoja. Niitä kutsuttiin fosfeeneiksi. Visuaalisen aivokuoren stimuloinnin sijasta d'Arsonval stimuloi verkkokalvoa, jonka todettiin olevan herkempi tuotetuille magneetikentille kuin aivot. Monet tutkijat ovat raportoineet magneettifosfeeneja, jotka ovat näköaistimuksia. Ne tulevat esiin stimuloidessa verkkokalvoa muuttuvilla magneetikentillä. (Ilmoniemi, Ruohonen ja Karhu 1999.)

Vain muutama vuosikymmenen eteenpäin, 1959, onnistui Kolin tekemään ensimmäisen hermoille tehtävän magneettistimulaation sammakolle. Ihmisen perifeeriseen hermostoon magneettistimulaation tekivät vuonna 1965 Bickford ja Fremming. He käyttivät oskillaattorista magneetikenttää, joka kesti 40ms. Pitkäkestoisen stimuluksen ansiosta oli mahdollista taltioida hermojen tai lihasten aktiopotentiaaleja. Seuraavina vuosina tekniikkaa tutkittiin harvakseltaan. (Ilmoniemi ym. 1999.) 1970-luvun lopulla muutamat tutkijat aloittivat käyttämään transkraniaalista sähköstimulaatiota MS-potilaiden motoristen johtumisaikojen mittauksiin. Tämä kuitenkin todettiin hyvin epämiellyttäväksi potilaille, joten kokeet lopetettiin. (Horvath ym. 2011.)

Vuonna 1982 työskennellessään Sheffieldissä Barker, Polson ja Freeston taltioivat ensimmäistä kertaa herätepotentiaaleja, käyttäen hyödyksi mediaanihermon magneettistimulaatiota kahden millisekunnin pulsseilla. Nykypäivän laitteistoissa käytettävien pulssien kesto ovat yleisesti alle yhden millisekunnin. (Ilmoniemi ym. 1999.) Vuonna 1984 – 1985 Barker kollegoineen kehittivätkin maailman ensimmäisen transkraniaalisen magneettistimulaatio-laitteiston (Horvath ym. 2011).

Ensimmäisen onnistuneen aivomagneettistimulaation teki Sheffieldin työryhmä vuonna 1985, jolloin tehtiin myös ensimmäinen kliininen tutkimus. Transkraniaalinen magneettistimulaatio osoittautui erittäin hyödylliseksi motoristen ratojen tutkimusmenetelmäksi. Liikeaivokuoren stimulaatio aiheuttaa

aktivaation käsien pieniin lihaksiin noin 25 millisekunnissa samaan aikaan, kun johtuminen on hitaampaa neurologisissa osissa muuttuen motoriseksi johtumiseksi. Tärkeä eristyspiirre transkraniaaliselle stimulaatiolle oli sen kivuttomuus; stimulointi tuntuu vain päänahan nipistämiseltä. (Ilmoniemi ym. 1999.)

Vuodesta 1985 lähtien magneettistimulaatioteknologia on kehittynyt monella tavalla. Myös kelojen muoto on kehittynyt ajan saatossa. Nykyajan laitteistoissa käytetään kahdeksikonmuotoisia keloja, kun taas aikaisemmin käytettiin vain ympyränmuotoista kelaa stimuloinnissa. Kahdeksikonmuotoinen kela muodostaa hallitumman sähkökentän verrattuna pyöreänmuotoiseen. Tällöin stimulointi voidaan kohdistaa aivoalueisiin tarkemmin. (Ilmoniemi ym. 1999.) Vuonna 1988 Cadwell Laboratories kehittivät sarjoittaisen transkraniaalisen magneettistimulaation (rTMS), minkä avulla voidaan stimuloida aivoja peräkkäisillä pulsseilla jopa 50 Hz tajuudella. Sarja-TMS on yleisimmin käytetty stimulaatiomenetelmä hoitokäytössä nykypäivänä. (Ilmoniemi ym. 1999.)

Tulevaisuudessa TMS:n käyttösovellutukset tulevat oletettavasti kasvamaan huimasti. Nykyään on menossa monia kliinisiä kokeita ja tutkimuksia esimerkiksi TMS:n käytöstä epilepsian hoidossa. Myös dementoivien aivosairauksien tutkimuksissa on huomattu aivojen sähkönsäilytyksessä poikkeavuuksia TMS:n ja EEG-tutkimusten avulla. Vaikka sarja-TMS:n avulla saatu hoitovaste on vielä kestoaltaan lyhyt, on jo kestoissa tapahtunut parannusta. Tulevaisuudessa onkin mahdollista, että osataan kehittää keino, jonka avulla hoitovasteaikoja voidaan pidentää vielä entisestään. (Mervaala, Julkunen, Määttä, Könönen 2009.)

### 3.2 Transkraniaalisen magneettistimulaation toimintaperiaate ja laitteisto

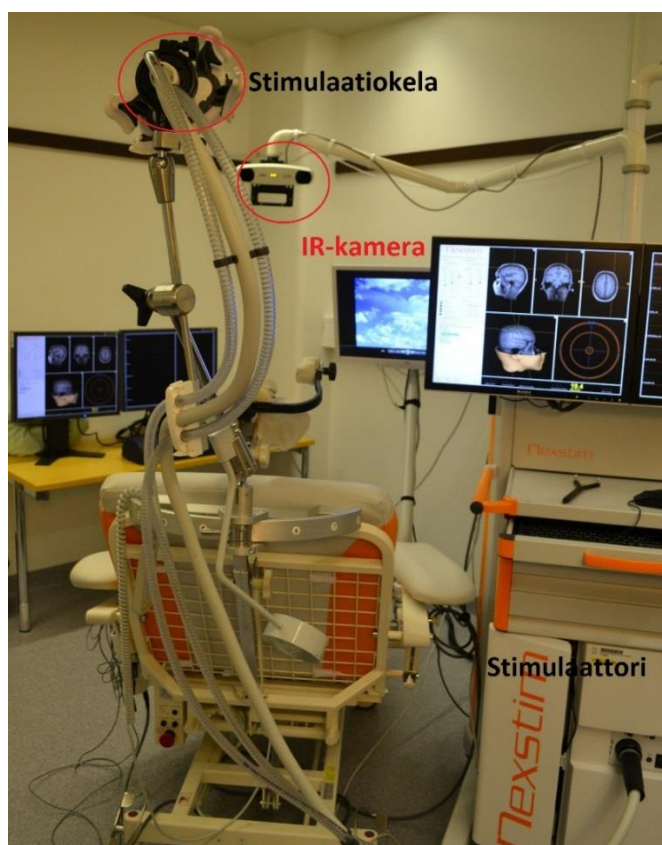
Transkraniaalinen magneettistimulaatio perustuu sähkömagneettiseen induktioon. Siinä kelan läpi kulkeva sähkövirta synnyttää magneettikentän kohtisuorassa virran suuntaan. Nopea muutos tässä magneettikentässä aikaansaa puolestaan ohimenevän sähkökentän. Tämä sähkökenttä vaikuttaa neuroneiden kalvopotentiaaleihin, mikä voi johtaa depolarisaatioon ja neuronien varauksien purkautumiseen tai häiritä meneillään olevia aktiopotentiaaleja. Yleisimmät stimulaatiolaitteistot mahdollistavat muodostaa jopa 2.5 teslan magneettikentän, joiden taajuus on kuitenkin alle 30 Hz. (Centre for cognitive neuroimaging 2015.)

Magneettistimulaatiolaitteisto (kuva 2) muodostuu kondensaattorista ja stimulanttikelasta. 200 - 300 mikrosekuntia kestävä yli 5 000 ampeerin suuruinen virtapulssi saadaan aikaiseksi, kun stimulanttikelan kautta puretaan kondensaattoriin varattu 2 000 voltin jännite. Magneettikenttä, joka muodostuu stimulanttikelan ympärille, on vahvuudeltaan noin 2 teslaa. Tämä magneettikenttä indusoi aivoihin virran, joka on lähes samansuuruinen kuin aivojen normaalin toiminnan aikainen virta. Aivoihin indusoituvan virran myötä aivojen hermosoluissa alkaa edetä hermoimpulsseja. Paras vaikutus TMS:llä on aivokuoren aktivointiin. Syvempiä aivoalueita ei pystytä stimuloimaan suoraan, koska etäisyyden kasvaessa kelasta stimulaation vaikutus pienenee nopeasti. (Holi, Ruohonen, Ahlgren, Naukkarinen ja Rimpiläinen 1999.)

Kelan muodolla on suuri vaikutus stimulaation syntymiseen. Ärsyyntyvän alueen koko ja sähkövirran jakautuminen vaihtelevat pyöreän ja kahdeksikon muotoisen kelan välillä. Kahdeksikkokelalla stimulointia pystytään kohdistamaan parhaiten, kun tiedetään magneettikentän olevan voimakkain kelan keskeltä. Pyöreän kelan synnyttämä sähkövirta jakautuu laajalle, kelan muotoa muistuttavalle alueelle. Kelan muoto, asento sekä aivokuoren poimujen muoto vaikuttavat stimuloituvan aivoalueen kokoon. (Holi ym. 1999.)

Nexstim:in NBS-laitteisto (Navigated brain stimulation) on yleisin Suomessa käytetty navigoitu magneettistimulaatiolaitteisto. Sen avulla voidaan kartoittaa aivojen liike- ja puheaivokuorten alueita sähkömagneettisen stimulointiteknologian avulla. Nexstimin NBS-laitteistoja on tällä hetkellä käytössä 120 eri paikassa, joista n. 40 on kliinisessä käytössä eri terveysalan yksiköissä. (Nexstim 2015.)

NBS-laitteiston avulla potilaan pään magneettikuvista voidaan muodostaa tarkka kolmiulotteinen kuva aivojen rakenteesta. Kolmiulotteisen kuvan avulla voidaan määrittää esimerkiksi liike-, ja puheaivokuorien tarkka sijainti. NBS-laitteistoon kuuluu työpiste, joka sisältää sekä navigointilaitteiston, että tutkimustuolin. NBS-laitteistoon kuuluu myös rekisteröintityökalu sekä otsalle kiinnitettävä seurantaväline, joiden avulla voidaan määrittää maamerkit potilaan pään pinnalta ja yhdistää ne NBS-laitteiston avulla tehtyyn potilaan aivojen kolmiulotteiseen kuvaan. Määrittämällä maamerkit ja yhdistämällä ne potilaan aivojen kolmiulotteiseen kuvaan, saadaan stimulaatio kohdistettua mahdollisimman tarkasti halutulle alueelle. (Nexstim 2015.)



Kuva 2. Transkraniaalinen magneettistimulaatio laitteisto.

### 3.3 Transkraniaalisen magneettistimulaation menetelmät

Stimulaattorista kelaan tuleva hetkellinen kiertävä sähkövirta aiheuttaa magneettikentän, joka helposti läpäisee kallon luut. Tästä syntynyt sähkökenttä aktivoi aivokuoren hermosoluja. Tämänhetkellä TMS-laitteilla voidaan aktivoida aivokuoren hermosoluja paikallisesti muutamaa neliösenttimetriä jopa alle 3 mm:n tarkkuudella. Transkraniaalisella magneettistimulaatiolla voidaan stimuloida myös aivokuoren liikehermosoluja keinotekoisesti synnytettyllä aktiopotentiaalilla aina ääreishermaa pitkin kohdelihakseen, josta voidaan mitata lihasvaste, motorinen herätepotentiaali (MEP). Lihasvasteesta saadusta herätepotentiaalin koosta tiedetään, milloin stimulointialue on optimaalinen liikeaivokuorella. (Mervaala ym. 2009.)

TMS-tutkimuksissa voidaan käyttää **paripulssimenetelmää (paired-pulse TMS)**. Siinä liikeaivokuorta ärsytetään kahdella peräkkäisellä pulssilla, jolla voidaan joko voimistetaan tai heikentää jälkimmäisen ärsyksen vaikutusta. Tämä vaihtelee pulssien välisen ajan mukaan. Tämän paripulssimenetelmän vaikutukset näkyvät lihasvasteen suurenemisenä tai pienenemisenä. (Määttä ym. 2012.)

**Sarja-TMS** on sovellus, jossa magneettipulssit annetaan sarjoina tasaisella taajuudella käyttäen transkraniaalista magneettistimulaatiota. Sarja-TMS -sovelluksella aivojen toimintaa voidaan kiihdyttää tai hidastaa. Pulssien taajuus, jolla kyseinen sarja tehdään, määräytyy liikeaivokuoren ärtyvyyden perusteella. Tätä kutsutaan motoriseksi kynnykseksi. Hitaalla, korkeintaan 1Hz taajuudella annettulla pulssilla voidaan vaimentaa aivojen toimintaa. Nopealla, yli 1 Hz taajuudella annetulla stimulaatiolla voidaan taas kiihdyttää aivokuoren toimintaa. Yleisin stimulaatiopulssien taajuus on noin 1 – 20 Hz. (Holi ym. 1999.) Sarja-TMS:n avulla voidaan saada aikaan pidempikestoisen synapsien aktiivisuus tai passiivisuus. Vaikutus perustuu hermovälittäjäaineiden muutoksiin stimulaation seurauksena. Sarja-TMS:ää voidaan käyttää neurologisten ja psyykkisten sairauksien hoidossa. (Määttä ym. 2012.)

**Navigoidussa transkraniaalisessa magneettistimulaatiossa (nTMS)** käytetään hyväksi potilaan pään magneettikuvausta. Navigoitu transkraniaalinen magneettistimulaatio-ohjelmisto yhdistää potilaan magneettikuvan avulla stimulaatiokelan paikan, jonka avulla ohjelmisto laskee ja visualisoi pulssin aiheuttaman sähkökentän. Navigaation avulla stimulaatio on paljon tarkempaa kuin tavanomaisessa TMS:ssä, ja stimulaatio voidaan suunnata jopa muutaman millimetrin tarkkuudella. nTMS:ää käytetään yleisimmin apuna neurokirurgisissa leikkauksissa, kun määritetään toiminnallista puhe- tai liikeaivokuorta. (Määttä ym. 2012.)

### 3.4 Transkraniaalinen magneettistimulaatio tutkimuksena

TMS:llä voidaan suorittaa lihasvasteiden mittausta, joka onkin yksi tärkeimmistä TMS-tutkimuksista. Siinä motorisia hermoratoja tutkitaan stimuloimalla aivokuorta. Stimuloimalla aivokuorta saadaan tietää hermoradan ja lihasvasteen välinen viive, jota kutsutaan motoriseksi johtumisajaksi. Monet

neurologiset ja psykiatriset sairaudet aiheuttavatkin poikkeamia johtumisaikoihin ja lihasvasteisiin. (Holi ym. 1999.)

TMS:llä voidaan mitata myös liikeaivokuoren ärtyvyyttä eli eksitoituvuutta. Monet lääkkeet ja hermo-sairaudet voivat vaikuttaa liikeaivokuoren ärtyvyyteen. Liikeaivokuoren ärtyvyys voi ilmentyä kouristuskynnyksen pienentymänä. Liikeaivokuoren ärtyvyyttä voidaan tutkia mittaamalla muun muassa motorinen kynnys, inhibitioaika, sekä paripulssimenetelmällä mitattu aivokuoren sisäinen inhibitio ja fasilitaatio. Mittaustuloksista saadaan tietoon potilaan ärtyvyysprofiili, joka on tietynlainen eri sairauksille ja lääkeryhmille. TMS:llä tutkitaan myös ihmisen motorista kynnystä. Se voidaan huomata visuaalisesti stimuloidessa liikeaivokuorta tai yleisimmin elektromyografiassa (EMG) pienimmällä stimulaatiovoimakkuudella saadulla vasteella. (Holi ym. 1999.)

TMS:ää käytetään myös inhibitioajanmittauksiin. Inhibitioajalla tarkoitetaan EMG:llä mitatun lihastoinnin vaimenemisen kestoaikaa. Lihastoinninta lakkaa tilapäisesti stimulaation seurauksena. Inhibitioaika kuvaa aivokuoren estäviä tapahtumia. Muun muassa erilaiset neurologiset sairaudet tai alkoholin nauttiminen pidentää inhibitioaikaa. (Holi ym. 1999.)

Liikeaivokuoren kartoitus tehdään hoitoon tulevalle potilaalle, jos hoito halutaan kohdentaa tiettyyn osaan liikeaivokuorta. TMS:lla on mahdollista paikantaa lähinnä kasvojen- ja raajojen edustusalueet liikeaivokuorelta. TMS on myös mahdollista yhdistää EEG-tutkimukseen (elektroenkefalografia). EEG:n avulla voidaan tutkia aivojen sähköistä toimintaa, ja yhdistämällä se TMS:n saadaan tietoon TMS-pulssin aiheuttaman aktivaation leviäminen aivojen eri osiin. Tällä tavalla saadaan tietoa aivokuoren reaktiivisuuksista ja yhteyksistä. (Holi ym. 1999.)

### 3.5 Transkraniaalinen magneettistimulaatio hoitomuotona

Nykyaikaisella transkraniaalisella magneettistimulaatiolla pystytään hoitamaan monia sairauksia ja lievittämään tiettyjen neurologisten ja psykiatristen sairauksien oireita. Parhaimmat hoitovasteet on saatu masennuksen sekä kipupotilaiden hoidoissa. Muita hoidettavia sairauksia ovat mielialahäiriöt, skitsofrenia, Parkinsonin tauti, aivohalvaus, tinnitus ja kuulohäiriöt, epilepsia sekä päihderiippuvuudet.

#### 3.5.1 Masennus ja mielialahäiriöt

Masennuksella tarkoitetaan asiayhteydestä tai voimakkuudesta riippuen joko ohimenevää masentunutta mielialaa, masennustilaa tai erilaisten sairaustilojen tai psykologisten häiriöiden oireita. Masennustilan oireet voivat kestää yhtäjaksoisesti muutamista viikkoista jopa vuosiin asti. (Huttunen 2015a.)

Masennuksen ja muiden mielialahäiriöiden hoidossa on saatu erittäin hyviä tuloksia käyttämällä sarja-TMS-hoitoa. Vaikeaa masennusta sairastavien potilaiden PET- ja SPET- tutkimuksissa on huomattu, että aivojen välillä vallitsee puoliero. On huomattu, että aivokuoren vasemman etuosaloikon

toiminta on hitaampaa kuin oikean etuotsalohkon toiminta. Tämän vuoksi masennuspotilaille annetaan usein joko vasemman puolen dorsolateraalisen etuotsalohkoalueen nopeataajuista tai oikean dorsolateraalisen etuotsalohkon alueelle hidastaaajuista stimulaatiota. (Mervaala ym. 2009.) Onkin todettu, että sarja-TMS tehoaa ainakin lyhytaikaisesti masennuksen akuuttihoitoon. Sarja-TMS:sää voidaan käyttää yksinään tai lääkehoidon yhteydessä masennuksen hoitoon, mutta pidempiaikaista hoitovastetta ei vielä ole saatu. Yleensä masennuksen TMS-hoitoon tulee henkilöitä, jotka ovat lääkeresistenttejä masennuksen hoidolle. (Isometsä 2014.)

Sarja-TMS:stä on tutkittu olevan apua myös muissakin psykiatrisissa häiriöissä. Esimerkiksi mania sekä pakko-oirehäiriöpotilaita on hoidettu oikeanpuoleisen etuotsalohkon nopealla sarja-TMS:llä. Traumaperäiseen stressireaktioon on auttanut taas hidastaaajuinen sarja-TMS. (Holi ym. 1999.)

### 3.5.2 Skitsofrenia ja Parkinsonin tauti

Skitsofrenia on vakava ja yleisin psykooseiksi eli mielisairauksiksi luokitelluista sairaustiloista. Yleisimpiä oireita skitsofreniassa ovat erilaiset harhaluulot ja aistiharhat sekä usein myös tunneilmaisujen poikkeavuus tai latistuminen. Yleensä skitsofrenia puhkeaa nuorella aikuisiällä. (Huttunen 2015b.)

Sarja-TMS:llä on saatu hyviä tuloksia myös skitsofrenian oireiden hoidossa. Erityisesti näiden potilaiden kuuloharhat ovat vähentyneet antamalla nopeaa stimulaatiota vasemman etuotsalohkon alueelle. (Holi ym. 1999.)

Parkinsonin tauti on hitaasti etenevä liikehäiriösairaus. Tähän sairauteen liittyy vapinan, yleisen liikumisen hidastumisen ja lihasjäykkyyden lisäksi lukuisia muitakin oireita. Yleensä sairaus alkaa keski- ja vanhuusiässä, noin 50 – 70-vuotiaana. Parkinsonin tauti aiheutuu tietyn keskiaivojen alueen hermosolujen vähittäisestä tuhoutumisesta. Hermosolujen tuhoutuminen johtaa hermosälittäjäaine dopamiinin puutteeseen, ja hermoratojen vaurioitumiseen. Syytä hermosolujen tuhoutumiseen ei vielä tiedetä. (Atula 2015b.) Myös Parkinson-potilaiden oireet ovat vähentyneet sarja-TMS:n vaikutuksesta (Holi ym. 1999).

### 3.5.3 Kipu

Neuropaattinen kipu, eli hermovauriokipu, on kiputila, jonka johtuu somatosensorisen järjestelmän vauriosta tai sairaudesta (Haanpää 2007). Sarja-TMS:llä on saatu hoitotuloksia lääkeresistentin neuroopaattisen kivun hoidossa. Hoidossa stimuloidaan primääristä liikeaivokuorta, yleensä kipualueen edustuskohdalta tai sen vierestä. Tutkimuksissa onkin todettu, että noin puolet sarja-TMS- hoitoa saaneista kipupotilaista on saanut lyhytaikaista helpotusta kipuihinsa jo ensimmäisen hoitokerran jälkeen. (Määttä ym. 2012.)

TMS-hoitoon hyvin reagoivat potilaat hyötyvät yleensä myös aivokuoren suorasta sähköstimulaatiosta. TMS:sää käytetäänkin hyväksi menetelmäksi löytämään potilaat, joille kannattaa asentaa pysyvä kortikaalinen stimulaatioelektrodi hoitamaan kipua. (Mervaala ym. 2009).



### 3.5.4 Aivohalvaus

Aivohalvaus tapahtuu, kun veren saanti aivoissa keskeytyy tai vähenee, minkä seurauksena voi aiheutua aivoverenvuoto tai aivoinfarkti. Veren puutoksesta johtuen aivot eivät saa tarpeeksi happea ja ravintoaineita, joka aiheuttaa aivosolujen kuoleman. (McIntosh 2016.) Sarja-TMS-hoitoa on käytetty aivohalvauspotilaiden kuntoutuksessa ja kuntoutuksen tehostamisessa aktivoimalla halvauspuolen aivopuoliskoa nopealla rTMS:llä tai hillitsemällä vastakkaista aivopuoliskon toimintaa hitaalla rTMS:llä, mutta näyttö ei ole vielä riittävä kliiniseen käyttöön. (Määttä ym. 2012.)

TMS:n avulla voidaan myös arvioida aivohalvaukseen sairastuneen ennustetta; aivokuorta stimuloimalla saadut motoriset potentiaalit viittaavat hyvään ennusteeseen, kun taas jos näitä vasteita ei synny, on ennustekin huono. TMS onkin hyvä keino akuutin ja kroonisen aivohalvauksen kuntoutuksen arvioinnissa. (Mervaala ym. 2009.) Haasteen hoitojen onnistuvuuden arviointiin tuovat halvauksien yksilölliset ominaisuudet. Halvauksen koko, paikka ja kroonisuus vaikuttavat paljon TMS-hoitojen vasteeseen, joten hoitoja potilaiden välillä on vaikeaa vertailla keskenään. (Hoyer ja Celnik 2011.)

### 3.5.5 Tinnitus ja kuuloharhat

Tinnitus on sisäisesti syntynyt hermosignaali, joka aistitaan äänenä. Kyse on toimintahäiriöstä, jossa kuuloradan hermoverkostot tulevat hyperaktiivisiksi. Häiriö saattaa laukaista myös stressireaktion, unihäiriöitä, ahdistusta ja masennusta limbisen järjestelmän yhteyksien ollessa lähellä kuuloradan hermoverkostoja. Hoidoissa ei itse aistimusta pystytä eliminoimaan kokonaan, mutta pyrkimyksenä on saada vähennettyä tinnituksen häiritsevyyttä. (Ylikoski 2009.)

Yleisimmin sarja-TMS-hoitoa on annettu tinnituspotilaille hidastajuisena vasemmalle temporaali aivokuorelle, jolloin hoitovasteet ovat olleet parhaimpia ja tinnituksen äänen voimakkuus tai määrä on vähentynyt. Tarkkaa syytä, miksi krooniseen tinnitukseen sairastutaan, ei tarkasti tiedetä. (Schecklmann, Lehner, Gollmitzer, Schmidt, Schlee ja Langguth 2015.)

### 3.5.6 Epilepsia

Epilepsia on häiriötila, jossa aivojen sähköinen toiminta on häirintynyt. Häiriön aiheuttaja voi olla jokin hankittu tekijä tai se voi olla synnynäinen. Epilepsiassa yleistä ovat toistuvasti esiintyvät kohtaukset. Kohtausten yleisimmät oireet ovat kouristukset ja tajunnan hämärtyminen. Kohtauksiin voi liittyä myös muita oireita. (Atula 2015a.)

Epilepsian hoidossa on testattu sarja-TMS: ää. Vielä ei voida varmaksi sanoa sen hyödyllisyyttä epilepsian hoidossa. Kuitenkin on tehty tutkimuksia, joissa on huomattu sarja-TMS-hoidon vähentäneen epilepsiakohtauksia. Erityisesti sarja-TMS-hoidot ovat vähentäneet kohtauksia neokortikaalisessa epilepsiassa, kun stimulaatiopulsseja on annettu n.1000 kpl viiden peräkkäisen päivän aikana. TMS:n

käyttö epilepsian hoidossa vaatii vielä enemmän tutkimuksia, jotta se voidaan hyväksyä osaksi epilepsian hoitoa. (Lefaucheur, André-obadia, Antal, Ayache, Baeken, Benninger, Cantello, Cincotta, Carvalho, De Ridder ym. 2014.)

### 3.5.7 Väärinkäytöt ja riippuvuudet

Alkoholin, nikotiinin ja huumeiden riippuvuudet ja väärinkäytöt ovat hyvin suuri ongelma yhteiskunnassamme. Tutkimuksissa on löydetty positiivisia hoitovasteita sarja-TMS:n käytöstä nikotiiniriippuvuuden hoitoon. Tutkimuspotilaille on annettu korkeataajuisia TMS-hoitoa vasemman puoleiselle dorsolateriaaliselle prefrontaariselle kuorelle, jolloin potilaiden nikotiiniriippuvuus on vähentynyt. Tutkimuksissa on myös todettu, että jopa yksi hoitokerta vasemman aivopuolen frontaalialueelle on vähentänyt tutkimuspotilaan tupakan halua. (Lefaucheur ym. 2014.)

Kuitenkin näiden tutkimuksien otos ei ole niin laaja, että niitä voitaisiin pitää vielä luotettavana ja ottaa osaksi hoitomuotoja. Kuitenkin tulevaisuudessa myös väärinkäyttöjen ja riippuvuuksien tutkiminta jatkuu, joten mahdollisesti lähitulevaisuudessa sarja-TMS:sää voidaan pitää mahdollisena hoitokeinona kyseisiin ongelmiin.

### 3.6 Transkraniaalisen magneettistimulaation turvallisuus ja kontraindikaatiot

Transkraniaalista magneettistimulaatiota on pidetty hyvin turvallisena ja non-invasiivisena, eli hyvin siedettynä menetelmänä. TMS- hoitojen aikana potilas on koko ajan hereillä, joten se ei vaadi anestesiaa tai muuta kirurgista toimenpidettä. Vaikka TMS on hyvin turvallinen ja siedetty menetelmä, voi se aiheuttaa myös joitakin haittavaikutuksia. Pään- ja niskansärkyä, väsymystä, ja päänherkyyttä stimuloitukohdassa ovat yleisimpiä haittavaikutuksia. Joissain harvoissa tapauksissa potilaalle voi tulla kuulohäiriöitä sekä kouristuksia stimuloinnin seurauksena. (Mayo clinic 2015.)

Transkraniaalisessa magneettistimulaatiossa potilaan päänpinnalle muodostetaan voimakas magneettikenttä, joten osalle potilaista stimulaatiota ei voida suorittaa. Henkilöille, joilla on sydämentahdistin, päänsisäisiä metalliesineitä, kuten implantit tai stentit, epilepsia tai muusta syystä kohonnut kouristusriski ei suositella hoitomuodoksi transkraniaalista magneettistimulaatiota. (Mayo clinic 2015.)

## 4 POTILAAN OHJAAMINEN

Potilaan ohjaus on hyvin keskeinen osa hoitotyötä. Ohjauksessa on tärkeää huomioida potilas yksilöllisesti ja asiakaslähtöisesti, jolloin potilaan ohjaus suoritetaan tarpeen mukaisesti. Potilaan ohjaus onkin jatkuvaa vuorovaikutusta potilaan kanssa. Sekä suullinen, että kirjallinen ohjaus kuuluu kaikille hoitoalan henkilöstölle. Hyvällä potilaan ohjauksella on huomattu olevan positiivisia vaikutuksia potilaiden hoitoon ja sairauteen liittyvän tiedon ymmärtämiseen. (Lipponen, Kyngäs ja Kääriäinen 2006.)

### 4.1 Potilasohje osana terveystiedotusta

Tekemäämme potilasohjetta voidaan pitää yhtenä osana terveystiedotusta. Terveystiedotus on viestintää, jonka avulla yritetään vaikuttaa ihmisten terveyteen positiivisesti. Se on keino, jolla voidaan välittää terveystietoa, ja pitää yllä julkista keskustelua ajankohtaisista terveyteen liittyvistä asioista. Terveystiedotukseen kuuluu kaikki joukkoviestinnän muodot, jolla voidaan viestiä ihmisille hyödyllisiä terveystietoja. Terveystiedotuksen tavoitteena on erityisesti terveyden edistäminen, sairauksien ehkäisy ja hoitaminen sekä tarvittaessa kuntouttaminen. Voidaankin sanoa, että terveystiedotus tarkoittaa kaikkea terveyteen liittyvää viestintää, kuten potilasohjeet, esitteet sekä TV:ssä esitetyt ajankohtaisohjelmat. Terveystiedotukseen voidaan pitää kuuluvan kaiken terveystiedon, joka liittyy terveyteen, sairauteen, lääketieteeseen ja terveydenhuoltoon. (Torkkola 2002, 6 - 8.) Ohjeen avulla tutkimuksesta kiinnostuneet saavat helposti ymmärrettävää tietoa kyseisestä menetelmästä ilman, että heidän tulisi etsiä sitä itse, mahdollisesti myös epäluotettavista lähteistä.

Terveystiedotuksen yksi tärkeimpiä tavoitteita on, että asiakkaalla on oikeus saada tietoa häneen kohdistuvasta terveystiedosta. Kuitenkin asiakkaalla on myös mahdollisuus kieltäytyä tästä tiedosta omasta tahdostaan. Asiakkaalle viestiessä pelkkä tiedonantaminen ei ole yleensä riittävää, vaan tulisi varmistaa, että hän myös ymmärtää hänelle viestityn tiedon. Asiakas, joka on kiinnostunut ja samaa mieltä viestin sisällöstä, yleensä myös tavoittaa viestinnän sisällön paremmin, kuin semmoinen jota asia ei niinkään kiinnosta. Suurin ongelma terveystiedotuksessa onkin ihmisten tiedon ja ymmärryksen aliarviointi, jolloin viestinnästä voi tulla persoonatonta ja asiakkaalle epämieluisaa. (Torkkola 2002, 20.)

Terveystiedotuksessa on erittäin tärkeää huomioida asiakkaan ikä, sukupuoli sekä kulttuurinen tausta. Jokainen ihminen ymmärtää asian hieman eritavalla, joten asian tulisi esittää mahdollisimman yksinkertaisesti kuin mahdollista. Yleensä ohjeita tehdessä on tärkeää muistaa, etteivät pelkät kirjalliset ohjeet takaa asian ymmärrystä. Potilasohjeet ovatkin hyvin tärkeä osa terveystiedotusta ja -neuvontaa. Annetun tiedon avulla potilas saa ajankohtaista tietoa omasta tulevasta hoidosta tai tutkimuksesta. Tieto voi myös kehittää potilaan omaa ongelmanratkaisukykyä, mutta se voi myös ohjata potilasta luottamaan vain ja ainoastaan ohjeessa saatuun tietoon. Terveystiedotuksen tarkoituksena ei ole jakaa tietoa vain yksisuuntaisesti asiantuntijalta muulle yhteisölle, vaan sen tulisi olla molemminsuuntaista. Asiakkaan on tärkeää myös itse pohtia ja kysyä tietoa haluamastaan terveystietoa. (Torkkola 2002, 20, 32.)

Potilasohjeet ja muut dokumentit, joita asiakkaat saavat mukaansa käydessään terveydenhuollon yksiköissä voivat joko heikentää tai vahvistaa asiakkaan mielikuvaa. Onnistuneen viestinnän tavoitteena on tuottaa asiakkaalle avoin, tasapuolinen, ymmärrettävä, luotettava ja uskottava mielikuva terveydenhuollosta. Siksi sisäinen ja ulkoinen viestintä on oltava tasapainoista ja luotettavaa. (Torkkola 2002, 122.) Onkin tärkeää, että tekemämme potilasohje on helposti ymmärrettävä, luotettava sekä mielenkiintoinen.

Terveydenhuollossa terveystieteen sääntöjen noudattaminen on hyvin tärkeää, ja se helpottaa terveydenhuollon henkilökunnan työtä. Usein terveydenhuollon yksiköille määrätäänkin tietty viestintävastaava, joka ohjaa henkilökuntaa, ja on vastuussa ulkoisesta ja sisäisestä viestinnästä. Yksikön henkilökunnan tulee aina varmistaa ja vahvistaa uudet viestintämetodit viestintävastaavalta, jotta voidaan tuottaa luotettavaa terveystietoa. (Torkkola 2002, 127.)

Terveystieteen viestinnässä on hyvä muistaa myös tekijänoikeudet. Teosta voidaan käyttää vain siihen tarkoitukseen, kun siitä on sovittu. Jokaisesta lainatusta teoksesta tulisi kirjoittaa sopimus, jonka avulla tekijänoikeudet luovutetaan myös toiselle, teosta käyttävälle osapuolelle. (Torkkola 2002, 133.)

#### 4.2 Kirjallinen potilasohje

Kirjallisen potilasohjeen käyttöönottoon on monia eri syitä. Tärkeimpänä voidaankin pitää potilaiden omaa halukkuutta tietää enemmän sairauksista ja niiden hoidoista. Hoitokäytäntöjen myötä hoito- ja tutkimusajat ovat lyhentyneet huomattavasti. Tämän takia suullinen, henkilökohtainen ohjaus jää hyvin pieneksi henkilökunnan kiireen vuoksi, jolloin tietoa tulee täydentää kirjallisten ohjeiden avulla. Kirjalliset ohjeet eivät korvaa henkilökohtaista suullista potilasohjetta, vaan ne ovatkin täydennys henkilökohtaiseen ohjaukseen. Nykyaikana potilaiden onkin helppo etsiä tietoa netistä, josta usein potilasohjeet löytyvätkin. (Torkkola, Heikkinen ja Tiainen 2002.)

Usein erityisesti vanhemmilla henkilöillä on ongelmia löytää näitä ohjeita internetistä, joten on hyvä myös antaa paperisia ohjeita kyseisestä menetelmästä.

Potilasohjeessa on tärkeää muistaa käyttää selkokielistä tekstiä, hyvää suomen kieltä sekä ulkoasuttaa potilasohje niin, että se on helposti luettavaa ja mahdollisimman ymmärrettävää. Potilasohjeen kirjoittamisessa on tärkeää muistaa laittaa tärkein ensin. Tällä tavalla myös potilasohjeesta vain alun lukeneet saavat tietoonsa olennaisimmat asiat kyseisestä tutkimuksesta. (Torkkola ym. 2002.) Nykypäivän ongelmana on usein että yhteen ohjeeseen ahdetaan liikaa asiaa. Alan ammattilaisilla on taipumus kuvitella, että perusteelliset ja yksityiskohtaiset kirjalliset ohjeet antavat asioista selkeän kuvan, mutta todellisuudessa ne ennemminkin sekoittavat potilasta. Potilasohjeen laatimisessa on hyvä tavoitella lääketieteellisesti kaikkein parasta, mutta käytännön kannalta suositellaan keskittämistä ja yksinkertaisia selityksiä. (Nummi ja Järvi 2012.)

Potilasohje on myös hyvä jakaa otsikkoon ja väliotsikoihin. Tämän avulla potilasohjeesta saadaan mieluisampi ja helpommin luettava. Potilasohjeen loppuun on myös hyvä muistaa laittaa täydentävät

tiedot (yksikön yhteystiedot), joiden avulla potilas voi ottaa yhteyttä kyseiseen yksikköön tarvittaessa. (Torkkola ym. 2002.)

Potilasohjeen avulla on tarkoitus selvittää potilaalle ja heidän läheisilleen tutkimuksen syyt ja mahdolliset seuraukset. Hyvän potilasohjeen kirjoittaminen aloitetaan pohtimalla, kenelle ohje tulee, ja erityisesti kuka sitä lukee. Hyvä potilasohje puhuttelee aina asiakasta itseään. Erityisesti potilaan puhuttelu täytyy huomioida, kun potilasohjeessa on käytännön toimintaohjeita, kuten miten tutkimukseen tulee valmistautua. Potilasohjeen saajan ja lukijan tulee ymmärtää, että ohje on tarkoitettu hänelle, eikä terveydenhuollon ammattilaiselle. (Torkkola ym. 2002.)

Potilasohjetta tehdessä on tärkeää huomioida sen rakenne ja ulkoasu. Kirjallisessa ja painettavassa esitteessä on hyvin tärkeää huomioida ennen lopullista tuotetta sen aiheuttamat mielikuvat. Tärkeää on huomioida ohjeen koko, kirjaisimen tyyppi ja koko, sekä myös paperin laatu, koska nämä kaikki asiat vaikuttavat ohjeen luettavuuteen. Hyvänä tavoitteena voidaan myös pitää sitä, että ohjeen tulisi erottua muista vastaavanlaisista ohjeista. Siksi onkin tärkeää, että ohje tehdään yksilöllisesti, eikä oteta mallia muista samankaltaisista ohjeista. Ohjeelle on myös hyvä asettaa kohderyhmä, jonka avulla ohjeen rakennetta ja ulkoasua voidaan testata ennen varsinaisen ohjeen julkaisemista. (Vilka ja Airaksinen 2003, 52, 53.)

## 5 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Opinnäytetyömme tarkoituksena on tuottaa helposti ymmärrettävä sekä yksityiskohtainen potilasohje potilaille, jotka tulevat transkraniaaliseen magneettistimulaatioon. Kyseistä potilasohjetta voidaan käyttää hyväksi myös opiskelijoiden ja muun terveysalan henkilökunnan perehdytyksessä. Tarkoituksena on vähentää kyseiseen tutkimukseen tulevien potilaiden ja heidän läheisiensä epätietoisuutta ja vähentää ennakkoluuloja.

Opinnäytetyön tavoitteena on antaa osastoille, potilaille sekä heidän läheisilleen enemmän tietoa kyseisestä tutkimuksesta potilasohjeen avulla. Ihmisten tiedonnälkä tänä päivänä ajaa heidät usein etsimään tietoa internetistä, jossa lähteet voivat olla epäluotettavia, ja kyseinen hoito voi olla hyvin erilainen oman hoitolaitoksen toimintaan verrattaessa.

Potilasohje antaa ihmisille tarvittavat ja luotettavat hoitoon liittyvät esitiedot sekä kuvauksen annettavasta hoidosta ja hoidon kulusta. Tästä johtuen potilasohjeen avulla saamme tietoisempia ja nähtävästi paremmin etukäteen valmistuneita potilaita ja mahdollisesti voidaan vähentää potilaan kokemaa jännitystä ennen hoitoa.

## 6 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Toteutimme opinnäytetyömme tuotoksena kuvallisen potilasohjeen transkraniaalisesta magneettistimulaatiosta. Koska opinnäytetyömme on työelämälähtöinen ja tuotamme konkreettisen tuotoksen, opinnäytetyömme toteutustapa onkin toiminnallinen opinnäytetyö. Olemme pohtineet työtämme toiminnallisena opinnäytetyönä sekä sen suunnittelu- ja toteutusvaihetta.

### 6.1 Potilasohje toiminnallisena opinnäytetyönä

Teimme opinnäytetyönämme potilasohjeen transkraniaalisesta magneettistimulaatiosta. Potilasohjetta voidaan pitää toiminnallisena opinnäytetyönä. Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa ammatillisessa mielessä kehitetty toiminnanohjaus, opastaminen tai toiminnan järjestäminen. Yleisimmin toiminnallinen opinnäytetyö on ohje/ohjeistus kuten perehdytys- tai turvallisuusopas tai jokin tapahtuma kuten konferenssi. Toiminnallinen opinnäytetyö toteutustapana voi olla esimerkiksi ohje, jonka me päätimme toteuttaa. Tärkeää on muistaa yhdistää opinnäytetyötä tehtäessä käytännön toteutus ja raportointi käyttäen tutkimusviestinnän keinoja. Toiminnallisissa opinnäytetyöissä on tärkeää viestiä, visualisoida ja luoda mahdollisimman eheä kokonaisilme, jonka avulla voidaan työstä tunnistaa tavoitellut päämäärät. (Vilkkä ja Airaksinen 2003, 9.)

Toiminnallisessa opinnäytetyössä on tärkeää, että se on työelämälähtöinen, sekä että siinä on näytetty kyseisen aihealueen tietojen ja taitojen hallinta. Työelämälähtöinen opinnäytetyö kehittää ja tukee myös omaa ammatillista kehittämistä, ja antaa valmiuksia tulevaan työelämään. Opinnäytetyön aikana kehittyi myös yhteistyösuhde kyseisen työyksikön kanssa, joka tuo mahdollisuuksia myös mahdolliseen tulevaan työpaikkaan. (Vilkkä ja Airaksinen 2003, 17 – 20.)

### 6.2 Suunnittelu ja toteutus

Opinnäytetyön lopullinen aihe päätettiin syksyllä 2015, jolloin aloimme tehdä tutkimussuunnitelmaa. Tutkimussuunnitelman saimme palautettua marraskuun alussa 2015, ja sen pohjalta aloitimme itse opinnäytetyön kirjoittamistyön. Kirjoittaminen eteni esitteen suunnittelun ja toteutuksen lomassa. Luokkamme yhteisissä opinnäytetyöpajoissa kokoonnuimme käymään läpi sen astiset aikaansaannokset sekä kyselimme mahdollisia parannusehdotuksia. Opinnäytetyömme teoriaosuuden kirjoittaminen valmistui maaliskuun alussa 2016, jolloin laitoimme työmme tarkastettavaksi opinnäytetyöprosessin mukaisesti.

Aloitimme potilasohjeen suunnittelun joulukuussa 2015. Kävimme KYS:in kliinisen neurofysiologian yksikössä keskustelemassa esitteen sisällöstä ja rakenteesta. Tämän jälkeen aloitimme potilasohjeen kirjallisen tiedon etsinnän ja mietinnän siitä, mitä tietoa potilasohjeen tulisi sisältää. Käytimme potilasohjeen sisällön lähteenä suurimmaksi osin Suomen lääkirilehdessä julkaistua artikkelia ” Navigoitu magneettistimulaatio – uusi apu moneen sairauteen.”.

Tammikuussa 2016 kävimme tutustumassa yhteen sarja-TMS- terapiaan, jolloin pääsimme myös kyselemään kyseiseltä potilaalta mielipiteitä potilasohjeen sisällöstä. Otimme myös samalla kertaa kuvat, joita käytimme potilasohjeessamme. Käytimme mallina yhtä opinnäytetyömme tekijöistä, Katja Kauppista, jotta potilasohjeen tekijänoikeudet säilyisivät meillä ja kliinisen neurofysiologian yksiköllä. Tammikuun lopulla esittelimme yhden version esitteestä luokallemme ja ohjaajillemme opinnäytetyöpajassa.

Teimme kliiniselle neurofysiologialle kaksi erilaista vaihtoehtoa potilasohjeesta, joista he saivat valita mieluisimman. Vaihtoehdot olivat nelipalstainen ohje neljällä kuvalla, ja kaksi palstainen ohje kahdella kuvalla. He päätyivät kaksipalstaiseen, ja antoivat vielä viimeiset kehitysideat sisältöön.

Potilasohje on kaksipuoleinen A4-paperi puoliksi taitettuna, eli yhteensä kaksisivuinen. (Liite 1, salainen) Sisäsivut muodostuvat kahdesta tekstipalstasta, joihin sisältyy havainnollistavat kuvat. Valitsimme fontiksi calibrin, koska tiheiden kirjainten ansiosta tekstiä mahtui riville paljon, mutta luettavuus pysyi silti helppona. Lihavoinnilla halusimme saada tekstiä näkyvämmäksi. Etusivulle laitoimme yleiskuvan hoitotilanteesta ja potilaasta. Takasivulle sijoitimme Kuopion Yliopistollisen Sairaalan neurofysiologian yksikön yhteystiedot, sekä oppilaitoksen logon ja tekijöiden nimet.



## 7 POHDINTA

Opinnäytetyömme prosessia voimme käsitellä SWOT-analyysin kautta. Näin saamme kartoitettua prosessiin myönteisesti ja kielteisesti vaikuttaneet tekijät. SWOT tarkoittaa englannin sanoista lyhennettynä: Strengths (vahvuudet), Weaknesses (heikkoudet), Opportunities (mahdollisuudet) ja Threats (uhkat). SWOT-analyysi on väline, jonka avulla voidaan analysoida työn kokonaiskuvaa mukaan sisäiset ja ulkoiset uhkat. SWOT-analyysin suositellaan toteutettavan suunnitelma vaiheessa, jotta työn kaikki (positiiviset ja negatiiviset) asiat on huomioitu ennen työn toteutusta. (Opetushallitus, 2015.)

Työmme eteni Savonia-ammattikorkeakoulun opinnäytetyöprosessin mukaisesti. Tutkimussuunnitelmaamme laadimme SWOT-analyysin (Taulukko 1), jonka avulla lähdimme kartoittamaan työmme vahvuuksia, mahdollisuuksia, heikkouksia sekä mahdollisia uhkaavia tekijöitä työmme onnistumisen kannalta.

SWOT-analyysissä vahvuudet ja heikkoudet ovat sisäisiä tekijöitä (Opetushallitus 2015). Työmme vahvuutena pidimme hyvää henkilökemialla tekijöiden välillä. Olemme tehneet tällä kokoonpanolla monia ryhmätöitä yhdessä, joten ryhmätyöskentelyn tiesimme onnistuvan ongelmitta. Kiinnostus neurofysiologiaa, ja erityisesti tätä suhteellisen uutta tutkimusta kohtaan kuuluivat myös prosessin vahvuuksiin.

Heikkoutena puolestaan pidimme suunnitteluun ja työstöön varattujen aikaresurssien mahdollista riittämättömyyttä. Opinnäytetyön aloitus venyi suunniteltua pidemmälle, joten pidimme työmme ajallaan valmistumista isona huolen aiheena. Etukäteen meitä myös mietitytti motivaation riittävyys, koska tiesimme joutuvamme käymään samaan aikaan läpi koulutusohjelmamme viimeisiä kursseja.

Mahdollisuudet ja uhat ovat SWOT-analyysissä ulkoisia tekijöitä (Opetushallitus 2015). Katsoimme mahdollisuutena olevan työn uutta näkökulmaa, koska vastaavanlaista potilasohjetta ei vielä KYS-kuvantamisen kliinisen neurofysiologian yksiköllä ollut. Lisäksi KYS:in sijainnin katsoimme positiiviseksi asiaksi, sillä yhteistyö ja paikanpäällä vierailu osoittautui helpoksi yhteistyökumppanin ollessa samassa kaupungissa.

Uhkana pidimme kirjallisen tiedon löytymistä sekä potilasohjeeseen tulevan tiedon valinnan vaikeutta. Koska navigoitu transkraniaalinen magneettistimulaatio on hyvin uusi osa kliinistä neurofysiologiaa, oli tärkeää, että potilasohjeeseen tuli kirjattua mahdollisimman kattavasti tarvittavat tiedot. Lisäksi meitä mietitytti, miten löydämme ryhmämme kesken yhteistä aikaa kaikkien meidän tehdessä töitä opinnäytetyöprosessin ohella.

TAULUKKO1. Opinnäytetyön SWOT-analyysi

	Positiiviset	Negatiiviset
<b>Sisäiset tekijät</b>	Vahvuudet: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hyvä henkilökemia</li> <li>- Kiinnostus aihetta kohtaan</li> </ul>	Heikkoudet: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajan riittämättömyys</li> <li>- Motivaatio</li> <li>- Muiden kurssien päällekkäisyys</li> </ul>
<b>Ulkoiset tekijät</b>	Mahdollisuudet: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uuden tuottaminen</li> <li>- KYS:in läheinen sijainti yhteistyön kannalta</li> </ul>	Uhat: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiedon hankkiminen</li> <li>- Tarpeellisen tiedon valikointi</li> <li>- Yhteisen ajan löytäminen</li> </ul>

Näin opinnäytetyö prosessin loppuvaiheessa huomaa, miten suunnitteluvaiheessa on tärkeää ottaa kaikki mahdolliset asiat huomioon analyysissä. Tarkastellessa työn alussa tehtyä analyysiä, voimme todeta, että osasimme ottaa huomioon monipuolisesti positiivisia ja negatiivisia tekijöitä.

SWOT-analyysistä oli apua työstövaiheessa, koska osasimme etukäteen varautua mahdollisiin tuleviin haasteisiin ja uhkiin.

## 7.1 Työprosessi

Kun lähdimme suunnittelemaan opinnäytetyötämme keväällä 2015, meillä oli hieman erilaiset suunnitelmat lopputuloksesta. Kyselimme kliiniseltä neurofysiologialta ideoita aiheista, ja he ehdottivat ensin video-opasta transkraniaalisesta magneettistimulaatiosta. Kuitenkaan tarvetta video-oppaalle ei ollut, joten päätimme yhdessä kliinisen neurofysiologian yksikön kanssa, että teemme aiheesta potilasohjeen. Lähdimme suunnittelemaan potilasohjetta, joka tulisi olemaan A4-paperilla KYS:in virallinen potilaille tutkimukseen tullessa lähetettävä ohjeistus. Luonnostelimme jo ensimmäisen version, mutta kliiniseltä neurofysiologialta tulikin yllättäen tieto, että vastaavanlainen potilasohje jo löytyikin. Tässä vaiheessa syntyi idea kuvallisesta, esitteen tyyppisestä potilasohjeesta.

Työmme tarkoitus oli luoda mahdollisimman selkeä ja yksinkertainen kuvallinen esite transkraniaalisesta magneettistimulaatiosta. Ohjeen tekoaikana pääsimme keräämään tietoa niin internet kuin kirjallisuudesta sekä ulkomaalaisista artikkeleista. Emme olleet tehneet aikaisemmin vastaavanlaista esitettä. Lähteiden etsimisen jälkeen piti miettiä, mikä tieto on tarpeellista tuoda esille, ilman että esitteestä tulisi liian pitkä ja epäselvä. Pyrimme jättämään kaikki vierasperäiset ja monimutkaiset sanat pois, jotta lopputulos olisi ”maalaisjärjellä” ymmärrettävissä.

Tiedonkeruu kokonaisuudessaan oli melko haastavaa, koska kyseinen laitteisto sekä tutkimus eivät ole kovin yleisiä, ja Suomestakin niitä löytyy vain suurimmista kaupungeista. Kuopion yliopistollinen sairaala on transkraniaalisen magneettistimulaation aktiivisin tutkimuskeskus, joten lähteistämme suomalaiset artikkelit olivatkin juuri KYS:n tutkimusryhmien kirjoittamia julkaisuja.

Käytimme lähteinämme sekä kansainvälisiä että kotimaisia artikkeleita. Käytimme suurimmaksi osaksi PubMed- hakukonetta etsiessämme teoretietoa aiheestamme. PubMedin avulla löysimme monia kansainvälisiä artikkeleita kyseisestä aiheesta, joten jouduimme rajaamaan hakutuloksia niihin, joista tieto olisi meille kaikkein hyödyllisin. Käytimme hyväksi myös Savonia-ammattikorkeakoulun kirjaston materiaaleja, sekä KYS:n kliinisen neurofysiologian suosittelemia artikkeleita. Monet kotimaiset artikkelit olivat hyvin laajoja, ja niissä oli kerrottu hyvin transkraniaalisen magneettistimulaation perusteet, joten käytimme niitä myös potilasohjeen teoretiedon lähteenä.

## 7.2 Tuotoksen arviointi

Opinnäytetyömme tuotoksena laadimme kuvallisen potilasohjeen Kuopion Yliopistollisen Sairaalan kliinisen neurofysiologian yksikön käyttöön. Potilasohjeessa on kerrottu pääpiirteittäin tieto, mitä potilaan tulisi tietää ennen kyseiseen hoitoon tuleamista.

Kyseisen potilasohjeen tekeminen sujui meiltä hyvin. Kävimme kliinisen neurofysiologian yksikön kanssa monia palavereja potilasohjeen sisällöstä ja asettelusta. Välillä olimme hieman epätietoisia siitä, miten potilasohje tulisi toteuttaa, mutta lopulta saimme potilasohjeesta mieluisan sekä meille, että kliinisen neurofysiologian yksikölle. Keräsimme palautetta potilasohjeesta ryhmämme TB13K bioanalytiikkaopiskelijoilta. Heidän mielestään potilasohje oli hyvä ja tarpeeksi kattava. Potilasohje myös näytettiin yhdelle sarja-TMS hoitoon tulevalle potilaalle, ja pyydettiin häntä kertomaan mielipiteensä työstä, jolloin saimme myös näkökulmaa potilaan kannalta. Emme lähteneet keräämään kirjallista palautetta TMS-potilailta, koska olisimme joutuneet pyytämään lupia, ja se olisi vaikeuttanut sekä pitkittänyt työtämme huomattavasti.

Potilasohjeemme täyttää opinnäytetyömme tavoitteen ja tarkoituksen. Onnistuimme mielestämme hyvin potilasohjeen teossa ja toteuttamisessa, sekä uskomme, että myös kliinisen neurofysiologian yksikkö on tyytyväinen kyseiseen potilasohjeeseen. Potilasohje tulee Kuopion Yliopistollisen Sairaalan kliinisen neurofysiologian yksikön käyttöön, ja tarvittaessa he saavat muokata sitä muuttuvien ohjeistuksien mukaisesti. Olemme luovuttaneet potilasohjeen tekijänoikeudet kliinisen neurofysiologian yksikölle, jotta he saavat käyttää potilasohjetta haluamallaan tavalla. Potilasohje luovutetaan sähköisenä versiona, joten tietojen muokkaus myöhemminkin olisi helpompaa.

Opinnäytetyöstämme ja potilasohjeen toteuttamisesta ei kertynyt kustannuksia meille eikä koulullemme. Kuopion yliopistollisen sairaalan kliinisen neurofysiologian yksikölle kustannuksia tulee ainoastaan potilasohjeen tulostamisesta ja käytetystä musteesta.

### 7.3 Laatu, eettisyys ja luotettavuus

Ohjetta tehdessä on hyvin tärkeää muistaa lähdekriittisyys. Lähteet, joista tieto on otettu, tulisi arvioida ja pohtia kriittisesti, jotta ohjeesta tulisi mahdollisimman luotettava ja eettinen. Kaikki kerätty tieto ei välttämättä olekaan ajankohtaista, ja silloin kyseistä lähdettä voidaan pitää epäluotettavana. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää varmistaa käytetyn lähteen luotettavuus ottamalla yhteyttä kyseiseen lähteeseen tai etsimällä jokin muu, uudempi lähde. (Vilka ja Airaksinen 2003, 53.)

Lähteen luotettavuutta voidaan arvioida huomioimalla lähteen kirjoittaja ja julkaisija, lähteen ikä, sekä uskottavuuden aste. Hyvä onkin muistaa lähteitä käyttäessä, että jos jonkun julkaisijan tekijä toistuu, niin häntä voidaan pitää oman alansa asiantuntijana, jolloin myös lähdettä voidaan pitää luotettavana. Lähteissä tulisi myös suosia alkuperäisiä julkaisuja. Toissijaiset lähteet ovat yleensä alkuperäislähteen tulkintaa, jolloin lähteestä käytetyn asian merkitys voi muuttua matkanvarrella. (Vilka ja Airaksinen 2003, 72,73.)

Pyrimme käyttämään opinnäytetyössämme mahdollisimman tuoreita ja uusia lähteitä muodostaessamme luotettavaa tietoperustaa, mutta jouduimme ottamaan joukkoon myös muutaman hieman vanhemman lähteen. Tämä johtui siitä, ettemme löytäneet uudempia teoksia tai artikkeleita kyseisestä aiheesta. Kuitenkin koemme, että käyttämämme lähteen tietoa voidaan pitää vielä ajankohtaisena, sillä teoria transkraniaalisesta magneettistimulaatiosta on pysynyt melko muuttumattomana.

Opinnäytetyön toteuttamista varten hankimme tutkimusluvut (Liite 2, salainen) ja kirjoitimme ohjaus- ja hankkeistamissopimukset. Päätimme heti prosessin alussa, että käytämme potilasohjeessa olevissa kuvissa yhtä meistä tekijöistä. Tutkimukseen osallistuminen pitää olla aina vapaaehtoista, joten päädyimme tähän ratkaisuun. Tällöin meidän ei tarvinnut ottaa huomioon kuvauslupia ja -oikeuksia.

### 7.4 Ammatillinen kasvu

Bioanalyytikon työssä tarvitaan alan perustietojen ja – taitojen hyvää hallintaa. Opintojen loppupuolella bioanalyytikolla on laaja-alaiset tiedot ja taidot alan asiantuntijatehtävissä toimimista varten sekä hänen ydinosaamisalue on laboratoriotutkimusprosessin hallinta ja sen kehittäminen. Valmistuessaan bioanalytikolta odotetaan laboratoriotutkimusprosessin perusosaamista kliinisestä fysiologiasta, neurofysiologiasta, biokemiasta, mikrobiologiasta sekä solu- ja molekyylibiologiasta. (Savonia 2016.)

Opinnäytetyön tehtävänä on kehittää ja tuottaa uutta tietoa työelämästä ja ammatillisesta asiantuntijuudesta. Työelämälähtöisen opinnäytetyön merkitys rakentuu kahdesta eri näkökulmasta: opinnäytetyö lisää ammatitaidon oppimista ja ammatillista kehitystä, sekä se on työyhteisön kehittämistehtävä. (Rissanen 2013.)

Koemme tämän opinnäytetyöprosessin olleen hyvin antoisa ammatillista kasvua ajatellen. Tähän opinnäytetyöhön uuden tiedon etsiminen, yhdistäminen vanhaan sekä käytännössä tehty työ, tarjosivat meille ainutlaatuisen oppimiskokemuksen bioanalytiikan yhdestä erikoisalantutkimuksesta. Transkraniaalisen magneettistimulaation teoretiedon lisäksi jouduimme perehtymään muun muassa hoidettaviin sairauksiin, hermoihin sekä terveysviestintään, joten työnaikainen oppiminen oli hyvin monipuolista. Potilasohjaamiseen perehtyminen sekä oman kehityksen tarkastelu antaa hyviä valmiuksia tulevaan työelämään esimerkiksi ammatillisen kasvun arviointiin. Potilasohjaukseen perehtyminen antaa varmasti myös apua ja valmiuksia työelämässä eteen tuleviin oppilasohjaus tilanteisiin.

Suurelta osalta ammatillinen kasvu tapahtui sekä itsenäisesti että ryhmässä toimiessa, mutta oman vaikutuksensa siihen toi myös opettajan ja ohjaajien rooli. Tämän matkan aikana ohjaajien antama tuki, rohkaisu ja palaute loivat turvaa prosessin edetessä. He toimivat ikäänkuin suunnanantajina sekä kriittisinä arvostelijoina, jolloin käytössämme oli monia näkökulmia työmme onnistumisen kannalta.

Joissakin tapauksissa, jos aihe josta kirjoitetaan, on liian tuttu, saattaa tärkeiden seikkojen mainitseminen ja niiden selittäminen unohtua. Osasimme mielestämme lähestyä asioita sopivan yksityiskohtaisesti. Kyseinen tutkimus oli meille tuttu, ja olimme nähneet tutkimuksen suorittamisen harjoittelussa ollessamme, mutta emme kuitenkaan olleet perehtyneet potilaan rooliin sen kummemmin, joten jouduimme tekemään työtä ja ottamaan selvää tutkimukseen valmistautumisesta laatiaksemme käyttökelpoisen ohjeistuksen.

Opinnäytetyöprosessin aikana pääsimme kehittämään ajankäytönhallinta- ja paineensietokykyä. Teemme kaikki töitä koulun ohella, joten meidän täytyi järjestellä aikataulumme useaan otteeseen päästäksemme yhteistapaamisiin. Yllättävän vaivattomasti saimme kuitenkin asiat järjestettyä, vaikka aluksi pelkäsimme näinkin monen tekijän olevan haaste kokoontumisien kannalta. Muihin luokkalaisiimme verrattuna aloitimme opinnäytetyön tekemisen melko myöhään, joten tiesimme joutuvamme työskentelemään kovalla tahdilla ja paineen alla. Oman haasteen toi lisäksi vielä viimeiset kurssit, joita tuli työstää kirjoitusprosessin lomassa. Tiivis yhteistyö ohjaavan opettajan ja yhteistyökumppanin kanssa auttoivat meitä etenemään työssämme sujuvasti ja aikataulun mukaisesti.

Transkraniaalisesta magneettistimulaatiosta on tehty muutamia muita opinnäytetöitä. Tästä aiheesta on mahdollisuus tehdä myös jatkotutkimuksia. Yhtenä hyvänä jatkotutkimusaiheena voisi olla bioanalyttikon rooli transkraniaalisen magneettistimulaation suorituksessa. Tällöin voisi tehdä kirjallisen ohjeen bioanalytikoille ja bioanalyttiko-opiskelijoille, siitä kuinka transkraniaalinen magneettistimulaatiohoito suoritetaan.

On selvää, että transkraniaalinen magneettistimulaatio hoitona ja tutkimuksena on ottanut paikkansa lääketieteessä. TMS on muodostunut uudenaikaiseksi työkaluksi, jolla ihmisaivoja ja keskushermostoa voidaan tutkia. Sen avulla tehdään paljon tutkimuksia ja kartoituksia sekä etsitään jatkuvasti lisää hoitoa vaativia sairauksia sekä hoitokeinoja. Voidaan väittää, että TMS:n tulevaisuuden näkymät ovat positiiviset, ja sen käyttö tulee varmasti lisääntymään hoitokäytössä.

Koimme tehdyn työmme tärkeäksi. Arkikielen ja kuvien avulla lisäämme ihmisten tietämystä tästä vähemmän tunnetusta hoitomuodosta. Konkreettisesti käteen jaettavilla kuvaesitteillä ja oppailla ihmiset saadaan todennäköisesti lukemaan ja kiinnostumaan aiheista enemmän.

Potilasohjeita voidaan pitää tärkeinä terveysviestinnän välineinä, joilla saadaan potilaat kiinnostumaan enemmän omasta terveydestään, mahdollisesti elämän aikana eteen tulevista sairauksista ja sekä niiden hoidoista.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ATULA, Sari 2015a. Epilepsia aikuisella. Lääkärikirja Duodecim. Terveyskirjasto. (Verkkojulkaisu) [viitattu 2016-02-10]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00012](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00012)

ATULA, Sari 2015b. Parkinsonin tauti. Lääkärikirja Duodecim. Terveyskirjasto. (Verkkojulkaisu) [viitattu 2016-02-21]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00055](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00055)

CARTER, Rita 2009. Aivot: Kuvitettu opas aivojen rakenteeseen, toimintaan ja häiriöihin. Kustannusyhtiö DK, julkaisija: readme.fi s. 66-67, 76-127, 142-182.

CENTRE OF COGNITIVE IMAGING 2015. Articles- How does TMS work? (Verkkojulkaisu) [viitattu 2016-02-18]. Saatavissa: <http://www.cni.gla.ac.uk/index.php/component/content/article/46-facilities/labs/16-transcranial-magnetic-stimulation>

DUODECIM 2015. Transkraniaalinen magneettistimulaatio depression akuuttihoidossa. Käypä hoitosuositus. (verkkojulkaisu) [Viitattu 2015-11-01] Saatavissa: <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus;jsessionid=0EBECE026DF0F24054D3877E2C90571?id=nak06962>

HAANPÄÄ, Maija 2007. Neuropaattisen kivun hoito-opas. Terveyskirjasto. (verkkojulkaisu) [viitattu 2016-02-22]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=nix00086](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=nix00086)

HAUG, Egil, SAND, Olav, SJAASTAD, Oystein V, TOVERUD, Kari C, 1992. Ihmisen fysiologia. Kustannusosakeyhtiö WSOY. s. 89 – 92, 102 – 114.

HOLI M., RUOHONEN J., AHLGREN A., NAUKKARINEN H., RIMPILÄINEN I. 1999. Aivojen magneettistimulaatio neuropsykiatriassa. Duodecim. (Verkkojulkaisu) [viitattu 2016-1-10]. Saatavissa: [http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/haku;jsessionid=003730F19FD960513B1DE9BE3512F5B2?p\\_p\\_id=Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&\\_Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet\\_p\\_frompage=uusinnumero&\\_Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet\\_viewType=viewArticle&\\_Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet\\_tunnus=duo91095](http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/haku;jsessionid=003730F19FD960513B1DE9BE3512F5B2?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&p_p_lifecycle=0&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_p_frompage=uusinnumero&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_viewType=viewArticle&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_tunnus=duo91095)

HORWARD, Jared, PEREZ, Jennifer, FORROW, Lachlan, FREGNI, Felipe, PASCUAL-LEONE, Alvaro, 2011. Journal of medical ethics. Transcranial magnetic stimulation: a historical evaluation and future prognosis of therapeutically relevant ethical concerns. (Verkkojulkaisu) [viitattu 2016-02-18]. Saatavissa: <http://www.tmslab.org/publications/017.pdf>

HOYER, Erik H., CELNIK, Pablo A 2011. Understanding and enhancing motor recovery after stroke using transcranial magnetic stimulation. US National Library of Medicine. (Verkkojulkaisu) [viitattu 2016-02-23]. Saatavissa: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3613277/#!po=0.349650>

HUTTUNEN, Matti 2015a. Masennus. Lääkärikirja Duodecim. Terveyskirjasto. (Verkojulkaisu) [viitattu 2016-02-21]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00389](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00389)

HUTTUNEN, Matti 2015b. Skitsofrenia. Lääkärikirja Duodecim. Terveyskirjasto. (Verkojulkaisu) [viitattu 2016-02-21]. Saatavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00148](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00148)

ILMONIEMI, Risto, RUOHONEN, Jarmo ja KARHU, Jari 1999. Transcranial magnetic stimulation – A new tool for functional imaging of the brain. Critical reviews of Biomedical engineering. [viitattu 2016-02-05].

ISOMETSÄ, Erkki 2014. Transkraniaalinen magneettistimulaatio depression akuuttihoitossa. Näytönastekatsaus. Käypähoitosuositus. (Verkojulkaisu) [viitattu 2016-01-15]. Saatavissa: <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suositus?id=nak06962>

LEFAUCHEUR, ANDRÉ-OBADIA, ANTAL, AYACHE, BAEKEN, BENNINGER, CANTELLO, CINCOTTA, CARVALHO, DE RIDDER ym. 2014. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS). Clinical neurophysiology 125 (2014) 2150-2206. [Viitattu 2016-02-07].

LIPPONEN, Kaija, KYNGÄS, Helvi, KÄÄRIÄINEN, Maria, 2006. POTILASOHJAUKSEN HAASTEET-Käytännön hoitotyöhön soveltuvat ohjausmallit. Oulun yliopistollinen sairaala. Oulun yliopisto, Hoitotieteen ja terveyshallinnon laitos. (Verkojulkaisu) [viitattu 2016-03-07]. Saatavissa: [https://www.ppshep.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/npp/embeds/16315\\_4\\_2006.pdf](https://www.ppshep.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/npp/embeds/16315_4_2006.pdf)

MAYO CLINIC 2015. Transcranial magnetic stimulation. (Verkojulkaisu) [viitattu 2016-02-26]. Saatavissa: <http://www.mayoclinic.org/tests-procedures/transcranial-magnetic-stimulation/details/how-you-prepare/ppc-20163867>

MCINTOSH, James 2016. Stroke: Causes, Symptoms, Diagnosis and Treatment. MNT. (Verkojulkaisu) [viitattu 2016-02-22]. Saatavissa: <http://www.medicalnewstoday.com/articles/7624.php>

MERVAALA, Esa, JULKUNEN, Petro, MÄÄTTÄ, Sara ja KÖNÖNEN, Mervi 2009. Transkraniaalinen magneettistimulaatio. Suomen lääkärilehti 21-22/2009. [viitattu 2016-02-05].

MÄÄTTÄ, VAALTO, KÖNÖNEN ja SÄISÄNEN 2012. Navigoitu magneettistimulaatio – uusi apu monien sairauksien. Suomen lääkärilehti. (Verkojulkaisu) [viitattu 2015-11-02]. Saatavissa: [http://www.laakarilehti.fi/files/nostot/2012/nosto41\\_2.pdf](http://www.laakarilehti.fi/files/nostot/2012/nosto41_2.pdf)

NEXSTIM 2015. Lääkintälaitteita kehittävä ja tuottava teknologiayritys. (Verkojulkaisu) [viitattu 2016-02-05]. Saatavissa: <http://www.nexstim.com/uploads/ipo/fbf9c5e7-d08f-4fe0-a0fe-632d68161dcb-nexstim-oyj-v2.pdf>

NIENSTEDT, HÄNNINEN, ARSTILA ja BJÖRKQVIST 1991. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Kustannus-yhtiö WSOY. s. 482, 534-534



NUMMI, Vuokko Maria ja JÄRVI, Ulla 2012. Hyvä potilasohje on osa toipumista. Lääkärilehti. (Verkkojulkaisu) [viitattu 2016-02-22]. Saatavissa: <http://www.laakarilehti.fi/ajassa/ajankohtaista/hyva-potilasohje-on-osa-toipumista/>

OPETUSHALLITUS 2015. SWOT-analyysi. Säädökset ja ohjeet. (Verkkojulkaisu) [viitattu 2015-11-03]. Saatavissa: [http://www.oph.fi/saadokset\\_ja\\_ohjeet/laadunhallinnan\\_tuki/wbl-toi/menetelmia\\_ja\\_tyovalineita/swot-analyysi](http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/wbl-toi/menetelmia_ja_tyovalineita/swot-analyysi)

POHJOIS-SAVON SAIRAANHOITOPIIRI 2013. Kliininen neurofysiologia. (Verkkojulkaisu) [viitattu 2016-02-18]. Saatavissa: <https://www.psshp.fi/hoitopalvelut/kuvantamiskeskus/neurofysiologia>

RISSANEN, Riitta 2003. Työelämälähtöinen opinnäytetyö oppimisen kontekstina. Akateeminen väitöskirja. (Verkkojulkaisu) [Viitattu 2016-02-22]. Saatavissa: <https://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/67321/951-44-5806-0.pdf?sequence=1>

SAVONIA 2016. Bioanalytiikka (AMK), päivätoteutus. (Verkkojulkaisu) [Viitattu 2016-02-22]. Saatavissa: <http://portal.savonia.fi/amk/fi/hakijalle/koulutusohjelmat/kevaan-2016-yhteishaku/bioanalytikko-amk-paivatoteutus>

SCHECKLMANN, LEHNER, GOLLMITZER, SCHMIDT, SCHLEE ja LANGGUTH 2015. Repetitive transcranial magnetic stimulation induces oscillatory power changes in chronic tinnitus. *Frontiers in cellular neuroscience* 2015; 9: 421. (Verkkojulkaisu) [viitattu 2016-02-11]. Saatavissa: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4617176/>

TORKKOLA, HEIKKINEN ja TIAINEN 2002. Potilasohjeet ymmärrettäviksi. Opas potilasohjeiden tekijöille. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

TORKKOLA, Sinikka 2002. Terveysviestintä. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

VILKKA, Hanna ja AIRAKSINEN, Tiina 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Kustannusosakeyhtiö Tammi. s.7-20, 50-55, 70-75

YLIKOSKI, Jukka 2009. Tinnitus. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. (Verkkojulkaisu) [viitattu 2016-02-22]. Saatavissa: [http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p\\_p\\_id=Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet&p\\_p\\_action=1&p\\_p\\_state=maximized&viewType=viewArticle&tunnus=duo98272](http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&p_p_action=1&p_p_state=maximized&viewType=viewArticle&tunnus=duo98272)

## LIITE 1: POTILASOHJE

Salainen

## LIITE 2: TUTKIMUSLUPA

Salainen