

Opinnäytetyö (AMK)

Bioanalytikkokoulutus

2022

Sami Kulmanen & Jussi Vesterinen

SEP- JA MEP- HERÄTEVASTETUTKIMUKSET

– Havainnointiopas opiskelijalle kliinisen
neurofysiologian harjoitteluun

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Bioanalytikkokoulutus

2022 | 21 sivua, 0 liitesivua

Sami Kulmanen

Jussi Vesterinen

SEP- JA MEP-HERÄTEVASTETUTKIMUKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa oppimateriaalina havainnointiopas opiskelijoille kahden kliinisen neurofysiologian herätevastetutkimuksen oppimista varten. Oppaan oli tarkoitus toimia oppimisen tukena harjoittelussa kliinisen neurofysiologian yksikössä.

Herätevasteet ovat ulkoisten tai sisäisten ärsykkeiden aikaan saamia reaktioita hermostossa. Näistä käsitellään somatosensorinen herätevastetutkimus (eng. somatosensory evoked potential) eli SEP ja motorinen herätevastetutkimus (eng. motor evoked potential) eli MEP. SEP on tuntohermoradan tutkimus, jossa ulkoisen ärsykkeen ääreishermostossa aikaan saama vaste kulkee tuntohermorataa pitkin aivoihin. Se voidaan mitata eri pisteistä monen eri hermon kulkureitiltä ja aivokuorelta. SEP-tutkimuksessa käytetään vasteiden keskiarvoistamista niiden pienen amplitudin takia. MEP on motorisen hermoradan tutkimus, jossa ärsyke tuotetaan sähkömagneettisella kelalla transkraniaalisella magneettistimulaatiolla eli TMS-menetelmällä aivokuorelle. Tämä saa signaalin kulkemaan liikeaivokuorelta liikehermoon, ja vasteena on lihaksen aktivoituminen ja näkyvä liike.

Opinnäytetyön tuotoksena tehtiin Word-dokumenttina opas, joka sisälsi perustietoa tutkimuksista, tutkimusten käytännön etenemisen kuvineen sekä tulosten pohtimista. Opas on kahteen pääosaan jaettu SEP- ja MEP-tutkimusten mukaan.

ASIASANAT:

Neurofysiologia, hermoston taudit, havainnointi, opas

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in Biomedical laboratory science

2022 | number of pages 21, number of pages in appendices 0

Sami Kulmanen, Jussi Vesterinen

PERCEPTUAL GUIDE FOR SEP- AND MEP-TESTS

The aim of the thesis was to make a observation guidebook as learning material for students at the department of clinical neurophysiology. The guide was involved with two tests: Somatosensory evoked potential (SEP) and Motor evoked potential (MEP). The purpose of the thesis was to assist studying of these tests while observing them as part of internship.

Evoked potentials are reactions caused by external or internal stimuli in the nervous system. From these the thesis handles SEP and MEP. SEP is a test of the somatosensory nerve pathway where an external stimulus on a nerve causes a response to move along the nerve and to the brain. It can be measured a different points in the pathway and cortex of many different nerves. A technique of averaging hundreds or thousands of responses is used in SEP because responses in the brain are of very low amplitude. This allows the background noise to be filtered out. MEP is a test of the motor nerve pathway in which the response is induced with transcranial magnetic stimulus (TMS) on the cerebral cortex. The response is measured along the motor nerve in question and on a muscle. This cause the signal to travel from the motor cortex to the motor nerve, in response to muscle activation and visible movement.

The product of this thesis was a guide made on a Word document, containing basic information, practical execution with pictures, and consideration of results of the tests.

KEYWORDS:

Neurophysiology, nervous system diseases, perception, guide

SISÄLTÖ

KÄSITTEET	5
1 JOHDANTO	7
2 HERÄTEVASTEET	8
2.1 Somatosensorinen herätevaste (SEP)	9
2.2 Motorinen herätevaste (MEP)	11
2.3 Havainnointiopas	13
3 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS	14
4 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	15
4.1 Metodologiset lähtökohdat	15
4.2 Eettiset lähtökohdat	16
5 POHDINTA	18
LÄHTEET	19

KÄSITTEET

Aktiopotentiali	Jännitteen muutoksia tapahtuu sarjana läpi solukalvon (Gri-der ym. 2021).
Alempi motoneuroni	Ääreishermoston hermosolu, joka jatkaa liikehermoverstien kulkua selkäytimestä lihakseen (Kantanen & Reinikainen 2020).
ALS	Amyotrofinen lateraaliskleroosi. Selkäytimestä kulkeviin liikehermohin liittyvä motoneuronisairaus. Liikehermot, jotka ohjaavat lihaksia tuhoutuvat vähitellen. (Atula 2019.)
BI	Barthelin indeksi. Aikuispotilaille tarkoitettu mittari, joka mittaa toimintakykyä itsenäisessä päivittäisessä perustoiminnassa. Suunniteltiin käytettäväksi esimerkiksi halvausoireisten potilaiden toimintakyvyn arviointiin. (Autio ym. 2011.)
FAT	Frenchay Arm Test, on asteikko, jolla arvioidaan heikentyneen käden toiminnallisuutta. Tutkittavalla kädellä tehdään erilaisia toiminnallisuuteen liittyviä tehtäviä. Näitä ovat esimerkiksi viivoittimen pitäminen kädessä vakaasti ja vesilasista juominen ilman, että vesi läiskyy lasista. (Marvin 2012.)
Hydrokefalus	Aivojen nestekierron häiriön aiheuttama vesipäisyys (NINDS 2020).
Kraniaalinen	Kalloon liittyvä, päänpuoleinen (Collins English Dictionary 2014).
Kortikospinaalirata	Liikeaivokuorelta selkäyttimeen liikehermoverstien kulkema hermorata (Terveyskirjasto 2021).
MRC	Medical Research Council, on lihasvoiman luokittelussa käytettävä asteikko. Käyttötarkoituksena lihastoiminnan tutkiminen. (Aspinen ym. 2021.)
MS-tauti	Multippeliskleroosi. Tulehduksellinen sairaus, joka kohdistuu keskushermoston hajapesäkkeisiin. (MS-tauti: Käypä hoitosuositus, 2020.)
Myelopatia	Ydinpuristuma (kompresio). Yleisimpiä aiheuttajia ovat luumpiikistä johtuva selkäydinahtauma tai kaularangan välilevyn pullistuma. (Seidenwurm 2008.)
Posteriorinen	Takana sijaitseva, takimmainen (Terveyskirjasto 2016).

Takajuoste-mediaali-

lemniskaalirata

Keskushermoston tuntohermorata, joka vastaa kosketuksen, 2 pisteen erottelukyvyn, tietoisien asentoaistin ja värinän aistimuksista kehossa. Kulkee selkäytimen takajuosteessa ja aivojen mediaalilemniskuksessa. (Al-Chalabi ym. 2021.)

Ylempi motoneuroni

Kortikospinaaliradassa olevat liikehermot, jotka kuljettavat hermosignaalia liikeaivokuorelta selkäyttimeen (Kantanen & Reinikainen 2020).

1 JOHDANTO

Herätevasterekisteröinnit ja liikeradan tutkimukset ovat osa kliinisen neurofysiologian alan tutkimuksista. Rekisteröinneissä mitataan ulkoa annettujen tarkoin vakioitujen ärsykkeiden välittymistä ja käsittelyä hermostoissa. (Jääskeläinen ym. 2018.) Opinnäytetyömme käsittää näistä tutkimuksista somatosensorinen herätevastetutkimuksen (eng. somatosensory evoked potential) eli SEP:in ja motorisen herätevastetutkimuksen (eng. motor evoked potential) eli MEP:in.

MEP-menetelmää käytetään liikehermoradan vaurion osoittamiseen ja paikantamiseen. Menetelmällä voidaan verrata kortikospinaalisen radan ylemmän motoneuronin ja ääreishermoston alemman motoneuronin toimintoja. (Määttä ym. 2018a; Kantanen & Reinikainen 2020.) Motorinen herätepotentiaali saadaan aikaiseksi transkraniaalisella magneettistimulaatiolla (TMS). Magneettistimulaatio annetaan päälle, ja sen synnyttämä aktivaatio etenee aina lihakseen aiheuttaen mitattavan lihasvasteen. (Määttä ym. 2018b.)

SEP-menetelmää käytetään mm. keskushermoston somatosensoristen radastojen toiminnallisten häiriöiden diagnostiikassa sekä tajuttoman potilaan ennustearvioissa. Somatosensorisessa herätevastetutkimuksessa annetaan sähköinen stimulaatio yleisimmin ala- tai yläraajoihin. Yläraajoihin annettava stimulaatio annetaan ranteen alueelle, ja alarajoihin annettava stimulaatio nilkan sisäpuolelle. Tutkimuksessa tarkoituksena on stimuloida sähköisesti ääreishermaa ja mitata kuluva aika ja amplitudi saadusta vasteesta eri mittauspisteistä. (Nevalainen ym. 2018.)

Opinnäytetyömme tavoitteena on tukea opiskelijaa SEP- ja MEP-tutkimusten oppimisessa. Tarkoituksena on auttaa ymmärtämään SEP- ja MEP-tutkimuksien periaatteita, tarkoituksia ja tuloksia tutkimuksia seurattaessa sekä tuottaa tutkimuksista havainnointi- ja kuvantamistoimialueen kliinisen neurofysiologian yksikön opiskelijoille. Havainnointi- ja kuvantamistoimialue on opiskelijalle työkalu, jonka avulla voi paremmin seurata tutkimuksen kulkua ja ymmärtää tutkimustulosta.

2 HERÄTEVASTEET

Herätevastetutkimuksilla mitataan vakioitujen ulkoisten ärsykkeiden aiheuttamia herätevasteita (engl. evoked potential). Niillä tutkitaan hermoston kykyä välittää ja käsitellä ärsykkeistä alkunsa saanutta signaalia. Vaste mitataan tutkimuksesta riippuen aivokuorelta, lihaksesta tai ääreishermosta. Mittauselektrodit asetetaan tavallisesti iholle. Herätevasteet jaetaan kahteen eri luokkaan: eksogeenisiin eli ulkosyntyisiin herätevasteisiin ja endogeenisiin eli sisäsyntyisiin herätevasteisiin. SEP- tutkimus kuuluu eksogeenisiin herätevasteisiin, koska siinä saadaan ärsykkeen avulla tuntojärjestelmä tuottamaan tuntoherätevasteen. Myös MEP-tutkimus kuuluu ulkosyntyisiin herätevasteisiin. MEP-tutkimuksessa saadaan magneettistimulaatiolla laukaistua motorinen vaste raajoissa tai kasvoissa. (Jääskeläinen ym. 2018.)

Ihmisen hermosto koostuu keskushermostosta ja ääreishermostosta. Keskushermosto puolestaan koostuu aivojen ja selkäytimen hermoista. Hermojen tehtävä on välittää tietoa aivoista eri kehon osiin ja toisin päin. Osa ääreishermoston hermoista on ulkoisten ärsykkeiden tietoa keskushermostoon tuovia sensorisia hermoja. Toiset ovat sen sijaan keskushermoston antamaa tietoa lähettäviä ja lihaksia aktivoivia hermoja eli motorisia hermoja. (Keynes ym. 2011; Piepponen 2018.)

Hermosolujen eli neuronien päärakenne koostuu runko-osasta eli soomasta, tuojaharakkeista eli dendriiteistä sekä viejäharakkeesta eli aksonista. Soomassa ovat tuma ja perikaryoniksi kutsuttu solulima, jossa sijaitsevat muutkin soluelimet. (Solunetti 2006.) Neuronit synnyttävät, prosessoivat ja kuljettavat sähköimpulsseja hermostossa. Kun sähköimpulssi syntyy solukalvon reaktiosta ärsykkeeseen, se aktivoituu aksonissa ja lähtee kulkemaan kahteen suuntaan sitä pitkin, aiheuttaen ketjureaktion, jossa uusia impulsseja aktivoituu matkalla. (Hoffman 2001.) Aksoni vie impulssia kohti neuronin päätyä synapsiin eli kahden neuronin yhtymäkohtaan. Siellä sähköpotentiaali saa aikaan kemiallisen prosessin, joka johtaa välittäjäaineiden vapautumiseen ja sijoittumiseen reseptoreihinsa, sekä aktivoitumisen neuronissa. Sama tapahtuu lihassoluille impulssin kulkiessa niihin. Synapsi yhtyy seuraavan neuronin dendriitteihin, jotka tuovat impulssin, ja sama prosessi toistuu. (Soinila 2015; Piepponen 2018.)

Vasteiden keskiarvoistamisella tarkoitetaan kymmenien, satojen tai jopa tuhansien vasteiden mittaamista ja summaamista. Sitä käytetään etenkin aivojen vasteiden tutkimiseen, koska aivoissa vasteet ovat pieniä ja itsekseen erottumattomia. (Jääskeläinen ym.

2018.) Keskiarvoistamista käytetään kliinisessä neurofysiologiassa yleensä herätevastetutkimuksissa, jotta ärsykkeen aiheuttamat vasteet saataisiin paremmin esille muusta satunnaisesta kohinasta (Vanhatalo ym. 2018). Somatosensorisessa herätevastetutkimuksessa käytetään keskiarvoistamista, koska tutkimuksen vasteet ovat melko pieniä (Chiappa 1997).

Feys, Van Hees, Bruyninckx, Mercelis ja De Weerd (2000) tutkivat somatosensorisen ja motorisen herätevastetutkimuksen arvoa ennustaessa käsivarren palautumista aivohalvauksen jälkeen. Tutkimuksessa oli mukana 64 potilasta, joilla oli ollut aivohalvaus sekä halvauksesta johtuva selkeä käsivarren motorinen vajaus. Potilailta tutkittiin kolmea kliinistä muuttujaa, jotka olivat käden lihaksen motorinen suorituskyky, lihasjänteisyys ja invaliditeetti kokonaisuudessaan. Näiden muuttujien suhdetta tutkittiin somatosensoriseen ja motoriseen herätevastetutkimukseen.

Herätevastetutkimukset tehtiin ensimmäistä kertaa kahden kuukauden kuluttua aivohalvauksen jälkeen, jonka jälkeen tehtiin kliiniset seurantatutkimukset kuuden kuukauden ja vuoden päästä aivohalvauksesta. Tutkimustuloksista selviää, että pelkästään somatosensorisen ja motorisen herätevastetutkimuksien tuloksilla ei ole merkitystä palautumisennusteeseen. Sen sijaan näiden neurofysiologisten tutkimusten ja kliinisten muuttujien tulosten yhdistetyllä käytöllä palautumisennusteen tarkkuus parani merkittävästi. (Feys ym. 2000.)

2.1 Somatosensorinen herätevaste (SEP)

SEP (eng. somatosensory evoked potential) eli somatosensorinen herätevaste. SEP-mittauksessa stimulaationa annetaan ulkoista ärsykettä yleensä yläraajoissa ranteen alueen medianushermoon tai alaraajoissa nilkan tibialishermoon, mutta tarvittaessa voidaan stimuloida muitakin ääreishermoja tai ihoalueita. Ärsykkeenä toimii lievä sähköimpulssi, joka toistetaan useita kertoja minuutissa. (Nevalainen ym. 2018.)

Tutkimuksessa mitataan sähköimpulssin aikaan saaman vasteen ilmenemiseen kuluvaa aikaa. Ääreishermoon annettu sähköimpulssi lähtee kulkemaan äärihermoa pitkin ispi-lateraalisti selkäyttimeen josta se jatkaa matkaa selkäytimen takajuosteessa. Takajuosteesta impulssi jatkaa aivorungon tumakkeisiin, jotka sijaitsevat ydinjatkoksessa. Ydinjatkoksessa impulssi siirtyy toisesta sensorisesta hermosolusta toiseen. Tämän jälkeen hermosolu, johon impulssi siirtyi haarautuu ja siirtyy vastakkaiselle puolelle jatkaen

mediaalilemniskuksen kautta kohti aivojen talamusta. Talamuksesta impulssi jatkaa hermosolulta toiselle ja kulkee lopulta tuntoaivokuorelle. Tätä ääreishermoon annetun sähköimpulssin kulkemaa reittiä sanotaan takajuoste-mediaalilemniskaaliradaksi. Jos takajuoste-mediaalilemniskaaliradassa on vaurio, joka estäisi hermoimpulssin kulkua, voi se näkyä SEP- mittauksessa poikkeavana. (Nevalainen ym. 2018.)

Mittauspisteet medianus-SEP:ssä ovat hiuspohjaan kiinnitettävät mittauselektrodit CP3 ja CP4 kohdalle, kaulalla Erbin piste sekä jokin kaularangan nikamien niskan alueen pisteistä tutkimuksen suorittavasta yksiköstä riippuen, esimerkiksi C2. CP3 on aivokuoren vasemman puolen C3-kohdasta kaksi senttimetriä posteriorisesti eli taakse päin. Sitä käytetään oikean puolen raajan stimulaation mittauksessa, sillä hermosignaali kulkee ristiin. CP4 sijaitsee sitä vastoin oikealla puolella päätä ja C4-kohdasta kaksi senttimetriä posteriorisesti, ja sitä käytetään stimuloitaessa vasenta raajaa. Erbin piste on hartiahermopunoksen tason mittauskohta solisluun keskivaiheen kohdalla, luun kraniaalipuolella eli kohti kalloa. Selkäytimen tason mittauspiste on esimerkiksi C2, joka on selkärangan nikama niskassa hiusrajassa. Stimulaatiokohta on ranteessa medianushermon päällä. Maadoituselektrodi laitetaan stimulaatioelektrodin ja mittauspaikkojen väliin raajalle. (Nevalainen ym. 2018.)

Tibialis-SEP:ssä stimulaatiota lähin mittauspiste on polvitaipteen piste tarvittaessa, jolloin saadaan stimuloitavan raajan vaste läheltä stimulaatiopistettä. Selkäytimen tason mittauspiste on selkärangan Th12-L1 -nikamilla alaselässä. Aivokuoren mittauspiste on CPz-piste, joka on aivokuoren Cz-pisteen eli keskipisteen kohdalta 2 senttimetriä posteriorisesti. Stimulaatiopiste on nilkan sisäpuolella sisäkehräsen takapuolella. (Nevalainen ym. 2018.)

Tutkimus on ollut tärkeä MS-taudin diagnostiikassa. Sitä tarvitaan kuitenkin yhä vähemmän taudin diagnostiikkaan magneettikuvantamisen syrjäyttäessä sen. (Nevalainen ym. 2018.) Tyypillisiä käyttöaiheita SEP:lle ovat tuntohermoradan ja tuntoaivokuoren häiriöt tai vauriot. Sitä käytetään esimerkiksi myelopatioita epäiltäessä, teho-osastolla tajuttoman potilaan ennusteen arvioinnissa ja hermoston toiminnan monitoroinnissa aivo- tai selkäleikkauksen yhteydessä. (Nevalainen ym. 2018.) Vauriotapauksissa kyseisen hermon vasteet tavallisesti hidastuvat ja pienentyvät (Partanen 2000).

Korsic, Denislic ja Jugovic (2006) selvittivät mahdollisia muutoksia hermojohtonopeuksissa somatosensorisessa radassa lapsilla, joilla on aivokammion laajeneminen. Tutkimuksessa arvioitiin myös kammion koon ja somatosensoristen herätevasteiden välistä

suhdetta. Tutkimus suoritettiin kahdelle ryhmälle lapsia. Lapset olivat iältään 2-15 vuotiaita. Toisessa ryhmässä oli 19 lasta, joilla ei ollut todettu aivokammion laajenemista. Tämä ryhmä toimi kontrolliryhmänä. Toinen ryhmä koostui 12 lapsesta, joilla oli todettu kammion laajeneminen. Molemmissa ryhmissä lapsille annettiin sähköärsyke medianushermoon, jonka aiheuttama somatosensorinen herätevaste mitattiin. Mittauspisteinä toimivat Erbin piste, kaularangan C7 nikaman kohouma sekä puolesta riippuen CP3 tai CP4 -piste päänahalla. Tutkimuksessa käytettiin myös tietokonetomografiaa aivokammioiden laajenemisen arvioimiseksi. (Korsic ym. 2006.)

Mittauksista selvisi, että aivokuoren sentraalinen johtumisaika oli merkittävästi pidentynyt lapsilla, joilla oli aivokammion laajeneminen kuin lapsilla, joilla ei laajenemista ollut. Hydrokefaluksen eli aivojen nestekierto häiriön varhainen havaitseminen ja hoidon aloittaminen voivat olla tärkeässä roolissa korkean kallonsisäisen paineen aiheuttamien seurauksien ehkäisyyn. Somatosensorista herätevastetutkimusta voisi hyödyntää hydrokefaaluksen aiheuttamien toimintahäiriöiden havaitsemisessa. (Korsic ym. 2006.)

2.2 Motorinen herätevaste (MEP)

MEP (engl. motor evoked potential) eli motorinen herätevaste on liikeaivokuoren stimulaatiolla liikehermoratojen aktivaation kautta aikaan saatu vaste. Tämä vaste mitataan lihaksesta. Yleensä käytetään raajojen tai kasvojen lihaksia. MEP-tutkimuksilla tutkitaan liikehermoratojen toimintaa TMS-menetelmällä eli transkraniaalisella magneettistimulaatiolla. (Jääskeläinen ym. 2018.)

Motorisessa herätevastetutkimuksessa käytetään ns. ympyräkelaa mieluummin kuin ns. perhoskelaa, koska ympyräkelan stimulaatioalue on laajempi, ja näin stimulointikohta on helpompi löytää. Ympyräkelan voimakkain magneetikenttä on sen reunoilla, ja kelan keskellä se on minimissä. Stimulaatiokelalla annetulla magneettipulssilla saadaan aikaan kiertävä magneetikenttä, joka pääsee kallon ja kallon alla olevan kudoksen helposti ja kivuttomasti. Magneetikenttä synnyttää aivokuorella vastakkaiseen suuntaan kiertävän sähkökentän, joka aktivoi liikehermosoluja. Magneettipulssin ollessa riittävän suuri saadaan aikaan aktiopotentiaali, joka kulkee aivokuoren liikehermosoluista kortikospinaalirataa alaspäin selkäyttimeen. Selkäytimestä impulssi jatkaa kulkuaan lihakseen alemman motoneuronin välityksellä ääreishermaa pitkin. Lihakseen syntyvää mitattavaa lihasvastetta kutsutaan motoriseksi herätevasteeksi. (Määttä ym. 2018c.)

MEP-tutkimuksella voidaan muun muassa diagnosoida keskushermostosairauksia tai käyttää sitä liikkeen paranemisen ennusteen arvioinnissa aivohalvaustapauksessa (Chawla 2019). Hyviä käyttöaiheita MEP:lle ovat yleensäkin liikehermorataan vaikuttavat sairaudet. Niitä voivat olla esimerkiksi aivoja rappeuttavat taudit, mutta myös liikehermoratojen taudit, myelopatiat, hermovauriot ja kasvaimet. Tutkimuksen herkkyys paranee, kun käytetään useita lihaksia ja eri raajoja vasteiden tutkimisessa. Demyelinoivissa sairauksissa kuten MS-taudissa tavallisin löydös on johtumisaikojen pidentyminen. Moto-neuronituhoa aiheuttavissa taudeissa, kuten ALS, nähdään vasteiden amplitudien mataltumista, kun johtuminen heikentyy huomattavasti, tai jopa vasteiden puuttumista, kun johtuminen katkeaa kokonaan. (Määttä ym. 2018a.)

Pizzi, Carrai, Falsini, Martini, Verdesca ja Grippo (2009) tutkivat motorisen herätevaste-tutkimuksen käyttöä yläraajan motorisen toiminnan palautumisen ennustearvona aivoinfarktin jälkeen sekä mahdollista motorisen herätevaste-tutkimuksen käyttöä kuntoutuksen edistymisen seuraamisessa. Tutkimuksessa oli mukana 52 potilasta, joilla oli hemipareesi kuukauden kuluttua aivoinfarktista. Näistä 38 potilasta oli mukana tutkimuksen lopussa 12 kuukauden kuluttua aivoinfarktista. Potilaille tehtiin motorinen herätevaste-tutkimus alkutilanteessa sekä kuukauden kuluttua. Ryhmälle tehtiin myös lihasvoima- ja toiminnallisia testauksia yläraajaan, joka sijaitsi aivoinfarktin sijainnista vastakkaisella puolella. Yläraajalle tehtäviä lihasvoima- ja toiminnallisuustestejä käytettiin riippuvaisina tulosuuttujina tutkimuksen lopussa 12 kuukauden kuluttua. (Pizzi ym. 2009.)

Motorisen herätevaste-tutkimuksen tulokset luokiteltiin havaittaviksi tai poissa oleviksi. Lihasvoimatesteissä asteikkona käytettiin MRC asteikkoa (Medical Research Council Scale) ja toiminnallisissa testeissä käytettiin FAT (Frenchay Arm Test) ja BI (Barthel Index) mittareita. Tuloksista havaittiin, että lähtötilanteessa positiivinen ennustearvo oli 94 prosenttia potilailla, joilla oli havaittavia herätevasteita. Puuttuvat motoriset herätevas-teet eivät sulkeneet pois lihasvoiman palautumista, mutta negatiivinen ennustearvo oli 95 prosenttia. Tulosten perusteella pystyttiin päättelemään, että motorinen herätevaste-tutkimus toimii hyvin tukevana tutkimuksena, kun tehdään ennustearviota yläraajan mo-torisesta ja toiminnallisesta palautumisesta. Näin etenkin potilailla, joilla oli alkutilan-teessa yläraajan vaikea alkupareesi (MRC alle 2) sekä potilailla, joilla ei ollut herätevas-teita aivoinfarktin jälkeisessä akuutissa vaiheessa. (Pizzi ym. 2009.)

2.3 Havainnointiopas

Havainnointioppiminen tarkoittaa kokemuksen aikaan saamia tiedon hankkimisen parannuskeinoja. Havainnoimalla oppiminen vahvistaa tärkeiden asioiden tunnistamista toissijaisen tiedon joukosta nopeammin ja tarkemmin. (Kellman & Krasne 2018.)

Highet (2006; 2008) kirjoittaa artikkeleissaan työohjeista, että hyvän työohjeen tulee olla dokumentoitu, helposti saatavilla, päivitetty, johdonmukainen, helposti luettavissa sekä tuottaa hyötyä. Jos ohjeita on vaikeaa seurata, riski virheisiin kasvaa. Työohjeen tulisi olla juuri sopivan yksinkertainen. Liian vähän tietoa ei auta ketään, mutta liikaa tietoa on vaikeaa seurata. Ohjeiden tulisi olla tasapainossa näiden kahden vaihtoehdon välissä.

Työohjeiden tulee edetä loogisessa järjestyksessä. Niistä jätetään pois suurin osa yksityiskohdista, ja keskitytään pääasioihin, jotta kokematon työntekijä tai harjoittelija voi käyttää niitä itsenäisesti. Tieto järjestellään osiin, jotta tietyn tarvitun kohdan etsiminen ja työssä toteuttaminen on helppoa ja nopeaa. (Highet 2006;2008.)

3 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tukea Turun yliopistollisen keskussairaalan (TYKS) kuvantamisen toimialueen kliinisen neurofysiologian yksikön opiskelijoiden SEP- ja MEP-tutkimuksien oppimista. Oppimista tuetaan häiritsemättä tutkimuksen suorittamista.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia havainnointiopas SEP- ja MEP- tutkimuksille harjoittelussa olevia opiskelijoita varten Turun yliopistollisen keskussairaalan kliinisen neurofysiologian yksikössä. Tarkoitus on auttaa opiskelija ymmärtämään tutkimusten työvaiheet ja saada opiskelija pohtimaan tutkimusta ja sen tarkoitusta. Oppaasta on tarkoitus tehdä havainnollistava, käytännönläheinen ja selkeä.

4 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja oli Turun yliopistollisen keskussairaalan kliinisen neurofysiologian yksikkö. Aihe saatiin 2020-2021 vuodenvaihteessa. Suunnittelu ja teoreettisen aineiston kerääminen aloitettiin keväällä 2021.

Käytännön aineiston kerääminen toteutettiin käymällä Tyksin kliinisen neurofysiologian yksikössä seuraamassa tutkimuksia muistiinpanoja keräten keväällä ja syksyllä 2021. Opinnäytetyön tutkimussuunnitelma valmistui ja opinnäytetyösopimus allekirjoitettiin Turun ammattikorkeakoulun ja toimeksiantajan kanssa marraskuussa 2021, minkä jälkeen opinnäytetyöraporttia ja toteutusta tehtiin samanaikaisesti.

Opinnäytetyö oli bioanalytikkokoulutuksen käynnissä olevan Työelämäyhteistyön ja opetusmenetelmien kehittäminen bioanalytikkokoulutuksessa (TurkuCRC T163/2017) -hankkeen osatutkimus. Tutkimusluvan oli Turun ammattikorkeakoulu hankkinut TurkuCRC:lta.

Opinnäytetyön toteutuksena luotiin havainnointiopas SEP- ja MEP-tutkimuksiin kliinisen neurofysiologian harjoittelun tueksi. Havainnointiopas tehtiin Word-asiakirjaksi omalla pohjalla. Havainnointiopas sisältää tekstiä, kuvia tutkimusten suorituksesta ja mittaus-tuloksista. Suurin osa havainnointioppaan kuvista otettiin puhelimella itse, osan kuvista otti kliinisen neurofysiologian yksikkö, ja tutkimusten käyrien kuvat saatiin myös toimeksiantajalta. Opas sisältää kuvia stimulointi -ja mittauskohdista sekä tutkimuksessa käytettävistä laitteista.

Havainnointiopas on jaettu kahteen pääosaan: SEP- ja MEP- tutkimukseen. Kussakin osassa on ensin tiiviisti perustietoa ja termistöä tutkimuksesta. Sen jälkeen käydään läpi tutkimuksen valmistelut ja käytännön suoritus, ja lopuksi tutkimuksen tuloksia pohtiva osio. Havainnointiopas pyrittiin tekemään mahdollisimman tiivistetyksi, selkeäkieliseksi ja loogisesti kappaleesta toiseen eteneväksi, jotta sen kanssa on hyvä seurata tutkimuksia.

4.1 Metodologiset lähtökohdat

Opinnäytetyön toteutus rakentuu yhteistyöhön, kommunikaatioon, jatkuvaan reflektointiin ja toiminnan joustavuuteen (Salonen ym. 2017, 34, 53–54). Tutkimuksellinen

kehittämistoiminta, esimerkiksi opinnäytetyö, pohjautuu keskeisten käsitteiden ymmärtämiseen ja määrittelemiseen. Yksi kehittämistoiminnan keinoista on toiminnallinen. Toiminnalla on tietty konkreettinen tulos, esimerkiksi opas. Toiminta on myös suunnitelman mukaan etenemistä sekä aika- ja paikkasidonnaista. (Salonen 2013, 12–13.) Toiminnallisella opinnäytetyöllä on yleensä selkeät vaiheet. Ne ovat kehittämistarpeen tunnistaminen, ideointi, suunnittelu, toteutus, tulokset ja tuotokset, arviointi sekä tulosten tai tuotoksen levitys ja käytäntöönpano. (Salonen 2013, 56–66.)

Kehittävä työntutkimus, kuten toiminnallinen opinnäytetyö, kohdistuu johonkin konkreettiseen toimintaan, jota pyritään kehittämään. Ensin tunnistetaan kehittämistarve ja arvioidaan jo olemassaolevat käytännöt. Uutta ratkaisua pyritään muovaamaan olosuhteisiin, ja sitä testataan ja arvioidaan. Sen jälkeen ratkaisu otetaan käyttöön, ja arviointi ja kehittäminen jatkuu edelleen. (Salonen ym. 2017, 45.)

Tässä opinnäytetyössä luodaan havainnointiopas. Tämä opinnäytetyö on kehittämistoimintaa, koska sen tavoitteena on konkreettiseen toimintaan vaikuttaminen tietyssä ympäristössä. Toisin sanoen pyritään saavuttamaan konkreettista hyvää oppimistilanteessa.

4.2 Eettiset lähtökohdat

Tämä opinnäytetyö tuottaa tukea kliinisen fysiologian oppimiseen opiskelijoille käytännössä. Se helpottaa opiskelijoita ymmärtämään opetettua käytännön asiaa ja yhdistämään sitä teoriassa opittuun.

Opinnäytetyön tuottamisen aikana käytännön aineistoa kerätään havainnoimalla kliinisen neurofysiologian yksikössä tehtäviä tutkimuksia. Tutkimusta suorittava laboratoriohoitaja kysyy luvan havainnoimiseen tutkimuksessa olevalta asiakkaalta aina ennen havainnointia. Asiakkaalla on aina oikeus kieltäytyä tutkimuksen seuraamisesta, ja tällöin havainnointia ei tehdä. Henkilötietoja tässä opinnäytetyössä ei kerätä.

Opinnäytetyön tulee noudattaa hyvää tieteellistä käytäntöä, joka perustuu rehellisyyteen, tarkkuuteen ja yleiseen huolellisuuteen. Tiedonhankinnassa ja toteutuksessa käytetään eettisesti kestäviä menetelmiä. Käytännön aineistonkeruu perustuu vapaaehtoisuuteen. Käytettyjen lähteiden tutkijoita ja kirjoittajia sekä opinnäytetyön yhteistyökumppaneita kunnioitetaan, ja heidän työhönsä viitataan tieteellisten kriteereiden vaatimalla tavalla. (TENK 2012, 6–7.)

Tälle opinnäytetyölle hankittiin sen toteuttamista varten opinnäytetyösopimus. Valmiin opinnäytetyön toteutuksen eli havainnointioppaan tekijänoikeudet ovat Tyksin kliinisen neurofysiologian yksiköllä.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe valikoitui odottamalla klinisen neurofysiologian aihetta mielenkiintoisten vaihtoehtojen puutteessa. Alkuperäinen aihe liittyi hermosäikeiden toimintaan, mutta se vaihtui sopivamman laajuuden ja tarpeen vuoksi havainnointioppaaseen SEP- ja MEP-tutkimuksista. Kliinisen neurofysiologian yksikkö oli aiemminkin teettänyt oppaita eri tutkimuksista opinnäytetöinä.

Viitekehyksen lähteiden etsiminen aloitettiin 2020 loppuvuodesta ja sitä jatkettiin aina syksyyn 2021. Lähteinä pyrittiin käyttämään mahdollisimman tuoreita lähteitä. Hyvien lähteiden löytämiseksi tutkimuksista ei ollut vaikeaa, mutta hyvän havainnointioppaan tekemiseen liittyvien lähteiden kanssa puolestaan oli haasteita. Englannin kielellä hakeminen ja klinisen neurofysiologian kontaktilta saadut lähteet kuitenkin auttoivat. Suomenkielisiä lähteitä oli niukemmin.

Tutkimuksia käytiin seuraamassa harjoittelun aikana Tyksin klinisen neurofysiologian yksikössä keväällä 2021 ja omalla ajalla syksyllä 2021. Käytännön seuraaminen ja havainnointi auttoivat ymmärtämään paljon paremmin tutkimuksia. Seuraajana pystyi pohtimaan ja kirjaamaan asioita, joita voisi oppaassa esittää. Tutkimusta suorittaneiden ohjaajien kanssa käydyillä keskusteluilla tutkimuksen jälkeen sai hyödyllistä tietoa tutkimuksiin liittyen.

Opinnäytetyöprojektia leimasi alun jälkeen epäsäännöllinen ja aikataulusta jäljessä tekeminen. Tämä johti lopussa kiireeseen mutta myös motivoitumiseen. Sopimus saatiin tehtyä vasta vähän ennen raportin ensimmäistä palautusta tarkastettavaksi. Tekiessä tuotosta siihen kuuluvan sisällön ja sen muotoilun tarpeita oli hankala tunnistaa. Tuotokseen saatiinkin toimeksiantajalta arvokkaita lisäysehdotuksia ja korjaustarpeita. Tuotos saatettiin loppuun pitkälle toimeksiantajan kommenttien mukaan. Opinnäytetyön tuotos ja raportti saatiin valmiiksi toukokuussa 2022.

Opinnäytetyön aiheen hyödyllisyys oppimateriaalina on tullut selväksi bioanalytikkokoulutuksen harjoittelujaksoilla. Opiskelijaohjaajat voivat saada hyötyä tällaisesta apumateriaalista, koska heidän aikansa työn ohella ohjaamiseen ei ole aina riittävää, ja haastavissa tutkimustilanteissa ohjaajat saattavat joutua keskittymään vain potilaaseen, eikä opiskelijan ohjaus toteudu toivotusti. Havainnointiopas opiskelijan apuna toivottavasti helpottaa ohjaustilannetta oppaan käsittelemisissä aihealueissa.

LÄHTEET

Al-Chalabi, M.; Reddy, V. & Alsalman, I. 2021. Neuroanatomy, Posterior Column (Dorsal Column). StatPearls Publishing. Viitattu 3.5.2022 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507888>.

Aspinen, S.; Nordback, P.; Suojärvi, N. & Waris, E. 2021. Yläraajan tapaturmaiset hermovammat. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2021;137(4):391-400. Viitattu 07.12.2021 <https://www.duodecimlehti.fi/duo16074>.

Atula, S. 2019. ALS (Amyotrofinen lateraaliskleroosi) – motoneuronisairaus. Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 07.12.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk01093>.

Autio, T. & Vesterinen, P. 2011. Barthelin Indeksä. Viitattu 07.12.2021. https://terveysportti.mobi/dtk/hpt/avaa?p_artikkeli=tmm00084.

Chawla, J. 2019. What are motor evoked potentials (MEPs)?. Medscape. Viitattu 4.11.2020 <https://www.medscape.com/answers/1139085-164783/what-are-motor-evoked-potentials-meps>.

Chiappa, K. H. 1997. Principles of Evoked Potentials in Clinical Medicine. 3. painos. Philadelphia, New York: Lippincott-Raven.

Collins English Dictionary 2014. Complete and Unabridged, 12th Edition. Viitattu 03.05.2022 <https://www.thefreedictionary.com/cranialis>

Feys, H.; Van Hees, J.; Bruyninckx, F.; Mercelis, R. & De Weerd, W. 2000. Value of somatosensory and motor evoked potentials in predicting arm recovery after a stroke. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry 2000;68:323-331. Viitattu 12.9.2021 <https://jnnp.bmj.com/content/68/3/323>.

Grider, M.; Jessu, R. & Kabir, R. 2021. Physiology, Action Potential. StatPearls (Internet). Viitattu 07.12.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538143>.

Highet, D. 2006. Work Instructions - How to Develop Effective Work Instructions. Foqus, Inc. Viitattu 15.9.2021 https://grizmo.com/management_news_200607.html.

Highet, D. 2008. Work Instructions That Work. Foqus, Inc. Viitattu 15.9.2021 https://grizmo.com/management_news_200810.html.

Hoffman, A. 2001. Artificial and Natural Computation. Teoksessa Smelser, N. & Baltes, P. 2001. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences: 777-783. Pergamon. Viitattu 7.12.2021 <https://www.sciencedirect.com/topics/psychology/neural-activation>.

Jääskeläinen, S.; Lauronen, L. & Määttä, S. 2018. Johdanto: herätevasterekisteröintien yleiset periaatteet. Teoksessa Mervaala, E.; Haaksiluoto, E.; Himanen, S.; Jääskeläinen, S.; Kallio, M. & Vanhatalo, S. (toim.) Kliininen neurofysiologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Kantanen, A. & Reinikainen, M. 2020. Äkillisen lihasheikkouden syyn selvittely – Kliinisen neurologisen tutkimuksen anti. Finnanest. 53(2): 118-123. Viitattu 29.11.2021 http://www.finnanest.fi/files/kantanen_akillisen_lihasheikkouden.pdf.

Kellman, P.; Krasne, S. 2018. Accelerating expertise: Perceptual and adaptive learning technology in medical learning. Medical Teacher. Vol 40, No 8, 797-802. Viitattu 17.11.2021 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30091650/>.

Keynes, R.; Aidley, D. & Huang, C. 2011. Structural organization of the nervous system. Teoksessa Nerve and Muscle. Cambridge University Press.

Korsic, M.; Denislic, M. & Jugovic, D. 2006. Somatosensory evoked potentials in children with brain ventricular dilatation. *Croatian Medical Journal*. 47(2): 279-284. Viitattu 14.10.2021 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2080399/>.

Nevalainen, P.; Haaksiluoto, E.; Laaksonen, S.; Lauronen, L. & Jääskeläinen, S. 2018. Tuntoherätevasteet (somatosensory evoked potential, SEP). Teoksessa Mervaala, E.; Haaksiluoto, E.; Himanen, S.; Jääskeläinen, S.; Kallio, M. & Vanhatalo, S. (toim.) *Kliininen neurofysiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Marvin, K. 2012. Frenchay Arm Test (FAT). Viitattu 07.12.2021. <https://strokengine.ca/en/assessments/frenchay-arm-test-fat/>.

MS -tauti. Käypä hoito -suositus 2020. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, Viitattu 07.12.2021 <https://www.kaypahoito.fi/hoi36070?tab=suositus>.

Määttä, S.; Säisänen, L. & Vaalto, S. 2018a. Transkraniaalisen magneettistimulaation kliininen käyttö. Teoksessa Mervaala, E.; Haaksiluoto, E.; Himanen, S.; Jääskeläinen, S.; Kallio, M. & Vanhatalo, S. (toim.) *Kliininen neurofysiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Määttä, S.; Säisänen, L. & Vaalto, S. 2018b. Liikeradan tutkimukset (MEP). Teoksessa Mervaala, E.; Haaksiluoto, E.; Himanen, S.; Jääskeläinen, S.; Kallio, M. & Vanhatalo, S. (toim.) *Kliininen neurofysiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Määttä, S.; Säisänen, L. & Vaalto, S. 2018c. Transkraniaalisen magneettistimulaation (TMS) fysiologiaa. Teoksessa Mervaala, E.; Haaksiluoto, E.; Himanen, S.; Jääskeläinen, S.; Kallio, M. & Vanhatalo, S. (toim.) *Kliininen neurofysiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

NINDS. 2020. Hydrocephalus Fact Sheet. Viitattu 03.05.2022. <https://www.ninds.nih.gov/health-information/patient-caregiver-education/fact-sheets/hydrocephalus-fact-sheet>

Partanen, J. 2000. Niska-hartiakipupotilaan kliinis-neurofysiologiset tutkimukset. *Suomen Lääkärilehti*. 55(8): 829-834. Viitattu 8.12.2021 <https://www.kaypahoito.fi/sll00297>.

Piepponen, P. 2018. Autonomisen hermoston rakenne ja toiminta. Teoksessa Ruskoaho, H.; Hakkola, J.; Huupponen, R.; Kantele, A.; Korpi, E.; Moilanen, E.; Piepponen, P.; Savontaus, E.; Tenhunen, O.; Vähäkangas, K. (toim.) *Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Pizzi, A.; Carrai, R.; Falsini, C.; Martini, M.; Verdesca, S. & Grippo, A. 2009. Prognostic value of motor evoked potentials in motor function recovery of upper limb after stroke. *Journal of rehabilitation medicine*. 41(8): 654-60. Viitattu 26.10.2021 <https://www.medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.2340/16501977-0389>.

Salonen, K.; Eloranta, S.; Hautala, T. & Kinos, S. 2017. Kehittämistoiminta ja kehittämisen menetelmiä ammatillisessa korkeakoulutuksessa. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Seidenwurm, D. 2008. Myelopathy. *American Journal of Neuroradiology* May 2008, 29 (5) 1032-1034; Viitattu 03.05.2022. <http://www.ajnr.org/content/29/5/1032>

Soinila, S. 2015. Kemiaallinen neurotransmissio. Teoksessa Soinila, S. & Kaste, M. (toim.) *Neurologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Solunetti 2006. Hermosolu eli neuroni. Viitattu 8.12.2021 <https://www.solunetti.fi/fi/histologia/hermosolu/>.

TENK 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Viitattu 2.11.2020 https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf.

Terveyskirjasto 2016. Lääketieteen sanasto. Posteriorinen. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 8.12.2021 <https://www.terveyskirjasto.fi/ltt02692>.

Terveyskirjasto 2021. Lääketieteen sanasto. Kortikospinaalirata. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 29.11.2021 <https://www.terveyskirjasto.fi/ltt01747/kortikospinaalirata>.

Vanhatalo, S.; Kortelainen, J.; Parkkonen, L. & Könönen, M. 2018. Visuaalinen analyysi. Teoksessa Mervaala, E.; Haaksiluoto, E.; Himanen, S.; Jääskeläinen, S.; Kallio, M. & Vanhatalo, S. (toim.) Kliininen neurofysiologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.