

Opinnäytetyö AMK

Bioanalytikkokoulutus

NBIOAK14

2017

Noora Oksa ja Sari-Anna Piispanen

# OPAS ÄÄREISHERMOSTON TUTKIMISEEN ENEG- TUTKIMUKSELLA

Noora Oksa & Sari-Anna Piispanen

# OPAS ÄÄREISHERMOSTON TUTKIMISEEN ENEG-TUTKIMUKSELLA

Kliininen neurofysiologia on lääketieteen erikoisala, joka tutkii keskus- ja ääreishermoston sekä lihaksiston toimintaa ja niiden häiriöitä sähköisiä mittauksia apuna käyttäen. Elektroneuromyografia eli ENMG-tutkimus on kliinisen neurofysiologian tutkimus, jota käytetään esimerkiksi ääreishermovaurioiden ja lihastautien diagnostiikassa. Tutkimus rakentuu yleensä kahdesta osasta, elektroneurografiasta ja neula-EMG:sta. Elektroneurografiattutkimuksen voi suorittaa kliiniseen neurofysiologiaan erikoistunut laboratoriohoitaja/bioanalytikko tai sairaanhoitaja.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa sähköinen opas ääreishermoston tutkimiseen elektroneurografia- eli ENEG-tutkimuksella. Opinnäytetyön tavoitteina oli syventää kliiniseen neurofysiologiaan erikoistuneiden hoitajien osaamista, helpottaa uusien hoitajien perehdytystä sekä toimia bioanalytikko-opiskelijoiden opetusmateriaalina. Opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin Tyks-Sapa-liikelaitoksen kliinisen neurofysiologian yksikölle.

Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntyi opas, joka koostuu neljästä eri osiosta. Ensimmäisessä osiossa käsitellään hermosolun rakennetta ja toimintaa sekä ääreishermostoa. Toisessa osiossa esitellään yleisimpiä ENMG-tutkimuksella tutkittavia ääreishermoja sekä lihaksia, joita kyseiset hermot hermottavat. Kolmannessa osiossa esitellään ENEG-tutkimuksen suorittaminen ja tutkimuksen yleisiä piirteitä. Neljännessä osiossa käsitellään ääreishermoston sairauksia, kuten paikallisia ääreishermovaurioita ja polyneuropatioita.

## ASIASANAT:

hermosolu, ääreishermosto, elektroneurografia, opas

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Biomedical laboratory science | Clinical neurophysiology

2017 | 29 + 55

Noora Oksa & Sari-Anna Piispanen

# MANUAL FOR EXAMINATION OF PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM WITH NERVE CONDUCTION STUDIES

Clinical neurophysiology is a medical special field that examines the function of nervous system and muscles and their disorders using electric measuring. Electroneuromyography is a clinical neurophysiological study that is used in the diagnosis of peripheral neuropathy and neuromuscular diseases. The study consists of two components, nerve conduction studies and electromyography. A medical laboratory scientist or nurse specialized in clinical neurophysiology can perform nerve conduction studies.

The purpose of this thesis was to produce a digital manual for examination of peripheral nervous system with nerve conduction studies. This bachelor's thesis aims to deepen the know-how and to facilitate the orientation of medical laboratory scientists or nurses specialized in clinical neurophysiology and to serve as an educational material for students of medical laboratory science. The assignment of this thesis was obtained from the neurophysiology department of Public Utility of Tyks-Sapa in the hospital district of southwest Finland.

The product of this thesis consists of four sections. The first section discusses the anatomy and physiology of neuron and peripheral nervous system. The second section represents the most common peripheral nerves that can be examined with electroneuromyography and the muscles these nerves innervate. The performance of the nerve conduction studies and its general characteristics is presented in the third section. The fourth section discusses peripheral neuropathies, such as local neuropathies and polyneuropathies.

## KEYWORDS:

neuron, peripheral nervous system, nerve conduction study, manual

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITTEET JA TEHTÄVÄT</b>	<b>8</b>
<b>3 HERMO</b>	<b>9</b>
3.1 Hermosolun rakenne	9
3.2 Hermosolun toiminta	9
3.3 Ääreishermosto	10
<b>4 ENEG-TUTKIMUS</b>	<b>12</b>
4.1 Neurografian yleisiä piirteitä	13
4.2 Motorinen neurografiamittaus	14
4.3 Sensorinen neurografiamittaus	16
<b>5 OPAS JA OPPIMATERIAALI</b>	<b>19</b>
<b>6 OPINNÄYTETYÖN SUUNNITTELU, TOTEUTUS JA LOPPUTULOS</b>	<b>20</b>
<b>7 OPINNÄYTETYÖN METODOLOGIA, LUOTETTAVUUS JA EETTISYYS</b>	<b>23</b>
7.1 Opinnäytetyön metodologia	23
7.2 Opinnäytetyön luotettavuus	23
7.3 Opinnäytetyön eettisyys	24
<b>8 POHDINTA</b>	<b>26</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>28</b>
<b>LIITTEET</b>	

Liite 1. Tutkimuslupa

## KUVAT

Kuva 1. Kipu- ja oirekartta. (Lähde: Kipu- ja oirekartta 2012 mukaillen).	13
Kuva 2. Medianus-hermon motorinen mittaus. (Lähde: Oksa & Piispanen 2017).	15
Kuva 3. Medianus-hermon motorinen vaste eli CMAP. (Lähde: KNF-yksikön opetusmateriaali).	16
Kuva 4. Ulnaris-hermon sensorinen mittaus. (Lähde: Oksa & Piispanen 2017).	17
Kuva 5. Ulnaris-hermon sensorinen vaste eli SNAP. (Lähde: KNF-yksikön opetusmateriaali).	18

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

alfamotoneuroni	liikehermosolu, jonka tehtävänä on käskyttää luustolihasien supistumista.
amplitudi	vasteen heilahduslaajuus. Neurografiatutkimuksen mitattava muuttuja. Motorisessa mittauksessa amplitudi mitataan peruslinjasta korkeimpaan negatiiviseen piikkiin. Sensorisessa mittauksessa amplitudi mitataan positiivisesta piikistä negatiiviseen piikkiin.
anomalia	poikkeavuus
atrofia	surkastuminen
dermatomi	ihojaoke. Ihon sensorinen hermotus on jaettu dermatomeihin, jotka on nimetty selkäydinhermojuurten perusteella.
distaalinen	kaukana keskustasta oleva, etäinen.
EMG-tutkimus	elektromyografia-tutkimus
ENEG-tutkimus	elektroneurografia-tutkimus
ENMG-tutkimus	elektroneuromyografia-tutkimus
hermo-lihasliitos	hermosolun ja lihassolun liitoskohta.
latenssi	johtumisaika eli aika stimulaatiosta negatiiviseen poikkeamaan. Kuvaa johtumisaikaa stimulaatiopisteestä rekisteröintielektrodiin.
myopatia	lihastauti, ilmenee pääasiassa proksimaalisten lihasten heikoutena ja atrofiana. Vaurion syy on lihaskudoksessa.
<i>n. = nervus</i>	hermo
polyneuropatia	ääreishermoston sairaus, jossa ääreishermoston aksonit tai myeliini vaurioituvat.
proksimaalinen	lähellä keskipistettä oleva
referenssielektrodi	vertailuelektrodi, joka pyritään sijoittamaan mahdollisimman inaktiiviselle alueelle.
rekisteröintielektrodi	aktiivinen elektrodi, joka sijoitetaan tutkittavan lihaksen tai hermon päälle.
stimulaatioelektrodi	elektrodi, jolla annetaan sähköärsyke tutkittavaan hermoon.
synapsi	kahden hermosolun välinen liitoskohta.

# 1 JOHDANTO

Kliininen neurofysiologia on lääketieteen erikoisala, joka tutkii keskus- ja ääreishermoston sekä lihaksiston toimintaa ja niiden häiriöitä sähköisiä mittauksia apuna käyttäen. Kliinisen neurofysiologian tavallisimpia tutkimuksia ovat muun muassa EEG- eli elektroenkefalografiatutkimus, herätevastetutkimukset sekä unitutkimukset. (Vanhatalo & Soinila 2015.)

Elektroneuromyografia eli ENMG-tutkimus on kliinisen neurofysiologian tutkimus, jota käytetään esimerkiksi ääreishermovaurioiden ja lihastautien diagnostiikassa. Tutkimus rakentuu yleensä kahdesta osasta, elektroneurografiasta ja neula-EMG:sta. (Falck 2006a.) Turun yliopistollisessa keskussairaalassa kliinisen neurofysiologian tutkimuksia tehdään kliinisen neurofysiologian yksikössä, joka kuuluu Tyks-Sapa-liikelaitokseen. Tässä opinnäytetyössä viitataan jatkossa tähän yksikköön lyhenteellä KNF-yksikkö. KNF-yksikössä elektroneurografiutkimuksen suorittaa yleensä kliiniseen neurofysiologiaan erikoistunut laboratoriohoitaja/bioanalyttikko tai sairaanhoitaja ja neula-EMG:n kliinisen neurofysiologian erikoistuva- tai erikoislääkäri. Vuonna 2015 KNF-yksikössä tehtiin 2651 kpl ENMG-tutkimuksia ja trendi on ollut nouseva (Toimintakertomus 2015).

Tämän opinnäytetyön aihe on ääreishermoston tutkiminen. Opinnäytetyö tehdään toimeksiantona Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin KNF-yksikölle. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa sähköinen opas ääreishermoston tutkimiseen. Tieto kootaan helposti lähestyttävään muotoon suomen kielellä. Opinnäytetyön tavoitteena on syventää hoitajien osaamista, helpottaa uusien hoitajien perehdytystä sekä toimia opiskelijoiden opetusmateriaalina.

## 2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITTEET JA TEHTÄVÄT

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa sähköinen opas ääreishermoston tutkimiseen, johon tieto kootaan helposti lähestyttävään ja selkeään muotoon suomen kielellä. Lisäksi KNF-yksikön toiveena oli, että sähköinen opas olisi visuaalisesti monipuolinen. Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin KNF-yksikölle. Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntynyt opas on suunnattu KNF-yksikön hoitajille ja opiskelijoille, minkä vuoksi opas painottuu ENEG- eli elektroneurografiatutkimukseen. Tässä opinnäytetyössä viittaamme jatkossa tähän tutkimukseen neurografia-lyhenteellä. Opinnäytetyön tavoitteina oli syventää hoitajien osaamista ja helpottaa uusien hoitajien perehdytystä. Opasta voidaan myös hyödyntää opiskelijoiden opetusmateriaalina. Sähköinen muoto mahdollistaa sen, että opasta on helppo päivittää ja se on helposti saatavilla. Käyttöoikeudet oppaaseen annetaan KNF-yksikölle eikä opasta julkaista muualla.

Opas koostuu neljästä eri osiosta. Ensimmäisessä osiossa käsitellään hermosolun rakennetta ja toimintaa, kuten hermoimpulssin johtumista hermo-lihasliitoksessa hermosolusta lihakseen tai synapsissa toiseen hermosoluun. Lisäksi osiossa käsitellään lyhyesti ääreishermoston rakennetta. Toinen osiossa esitellään KNF-yksikössä yleisimmin mitattavat motoriset ja sensoriset ääreishermit sekä niiden kulku selkärangan nikamaväleistä raajojen distaaliosiin asti. Osiossa käsitellään lyhyesti myös dermatomeja ja ääreishermiten anomaliaita. Tässä osiossa hyödynnetään jo olemassa olevia anatomian kuvia, joiden lähteet merkitään asianmukaisesti ja selkeästi näkyviin oppaaseen. Kolmannessa osiossa kuvataan lyhyesti ENEG-tutkimuksen käyttöaiheet ja rakenne sekä perehdytään tarkemmin tutkimuksessa käytettäviin välineisiin ja sen yleisiin piirteisiin. Osion tärkein painopiste on motorisen ja sensorisen neurografiatutkimuksen suorittaminen, minkä lisäksi selitetään tutkimuksen avulla aikaansaatuisten vasteiden mitattavat muuttujat. Osiota varten otettiin kuvia neurografiatutkimuksen suorittamisesta sekä hyödynnettiin KNF-yksiköltä saatuja vasteiden kuvia. Neljännessä osiossa esitellään yleisimpiä ääreishermoston sairauksia, kuten paikallisia ääreishermovaurioita sekä polyneuropatioita. Jokaisen sairauden yhteydessä esitellään sairauden syntymekanismi, oireet sekä neurografiassa nähtävät patologiset muutokset. Oireiden yhteyteen liitettiin kipu- ja oirekarttakuvia havainnollistamaan oireita. Neurografiassa ilmenevien muutosten ymmärtämisen helpottamiseksi tekstin yhteyteen liitettiin kuvia terveen ihmisen vasteista sekä kyseistä tautia sairastavan henkilön vasteista.



## 3 HERMO

### 3.1 Hermosolun rakenne

Hermosto muodostuu hermokudoksesta, joka puolestaan rakentuu hermosoluista eli neuroneista sekä erilaisista hermotukisoluista eli gliasoluista (Karhumäki ym. 2014). Neuronin tehtävänä on välittää informaatiota, joka kulkee hermosoluja pitkin hermoimpulssina. Se muodostuu solukeskuksesta eli soomasta, useista viejähaarakkeista eli dendriiteistä ja yhdestä tuojahaarakkeesta eli aksonista. (Leppäluoto ym. 2008.) Aksonin loppupää jakautuu useiksi haaroiksi, jotka voivat muodostaa toisen hermosolun kanssa liittymiä eli synapseja tai lihassolun kanssa hermo-lihasliitoksia (Nienstedt ym. 2009).

Gliasolut ovat hermotukisoluja, joiden tehtävänä on huolehtia hermosolun toiminnasta (Karhumäki ym. 2014). Schwannin solut ovat gliasoluja, joiden solukalvot ovat kiertyneet ääreishermoston hermosolujen aksoneiden ympärille muodostaen aksoniin myeliinitupen (Leppäluoto ym. 2008). Schwannin solut voivat olla kiertyneet joko yhden aksonin ympärille (myelinoitunut hermo) tai useiden eri aksoneiden ympärille (myelinoitumaton hermo) (Koivu 2006).

### 3.2 Hermosolun toiminta

Erilaiset sähköiset ja kemialliset tapahtumat mahdollistavat hermosolujen informaation välityksen (Karhumäki ym. 2014). Hermosolun solukalvon sisäpinta on negatiivisesti varautunut verrattuna solun ulkopuoliseen tilaan, mikä aiheuttaa solun sisä- ja ulkopinnan välille sähköisen jännite- eli potentiaalieron. Varausero johtuu ionipitoisuuseroista, jotka ovat solukalvon ionikanavien ja ionipumppujen toiminnan seurausta. Tämä solukalvon normaali negatiivinen jännite on noin 75-85 mV ja sitä kutsutaan lepojännitteeksi. (Leppäluoto ym. 2008.)

Solukalvo läpäisee eri ioneja eri tavoin. Kaliumioneja on normaalisti enemmän solun sisällä ja natriumioneja solun ulkopuolella. Solukalvolla on kaliumia läpäiseviä jatkuvasti auki olevia vuotokanavia, mutta natriumionit läpäisevät kalvon huonosti. Solukalvolla on

myös energiaa tarvitsevia ionipumppuja, esimerkiksi Na-K-ATPaasi, joka kuljettaa natriumioneja ulos ja kaliumioneja sisäänpäin. Solukalvon sisäpuolen negatiivinen jännite voi muuttua hetkeksi positiiviseksi. Jännitemuutoksen voi laukaista esimerkiksi välittäjäaine tai muu soluun kohdistuva tarpeeksi suuri kynnysarvon ylittävä ärsyke. Jännitemuutos aukaisee natriumkanavat, jolloin positiivisesti varautuneet natriumionit pääsevät solun sisälle ja varaus muuttuu hetkeksi positiiviseksi (depolarisaatio). Tätä seuraa repolarisaatio eli natriumkanavien sulkeutuminen, jolloin natriumionien sisäänvirtaus estyy ja lepojännite palaa. Tätä tapahtumaa kutsutaan aktiopotentiaaliksi. (Leppäluoto ym. 2008.)

Aktiopotentiaalin suuruus ei vaihtelee ja se toimii kaikki-tai-ei-mitään -periaatteella. Kun aktiopotentiaali on päättynyt, ei sen perään voi heti syntyä uutta aktiopotentiaalia, koska solukalvon täytyy toipua ensin (absoluuttinen refraktaariaika). Hermoimpulssi etenee siten, että natriumkanavien aukenemisen aikaan saanut depolarisaatio saa taas viereiset natriumkanavat aukenemaan. Impulssin kulkunopeuteen hermosolussa vaikuttavat mm. aksonin paksuus ja myeliinituppi. Suurin johtumisnopeus on paksuilla myelinoituneilla aksoneilla, koska hermoimpulssi kykenee ”hyppäämään” myeliinitupen välissä olevista Ranvierin kuroumista toiseen. (Leppäluoto ym. 2008.) Paksuilla säikeillä on myös lyhyt refraktaariaika sekä matalampi ärtyvyyskynnys sähköärsykkeelle (Koivu 2006). Hermoimpulssi siirtyy synapsissa toiseen hermosoluun tai hermo-lihasliitoksessa hermosolusta lihakseen kemiallisesti välittäjäaineiden avulla (Leppäluoto ym. 2008).

### 3.3 Ääreishermosto

Anatomisesti ihmisen hermosto voidaan jakaa keskushermostoon ja ääreishermostoon. Keskushermosto eli sentraalinen hermosto koostuu aivoista (*encephalon*) ja selkäytimestä (*medulla spinalis*). Ääreishermosto eli perifeerinen hermosto muodostuu puolestaan kaikista keskushermoston ulkopuolelle jäävistä hermoista, joita ovat aivohermot, selkäydinhermot sekä autonomisen hermoston perifeeriset osat. (Leppäluoto ym. 2008.) Ääreishermoston tehtävänä on kuljettaa kehon eri osista informaatiota keskushermostoon sekä ohjata lihasten toimintaa (Koivu 2006).

Aivohermoja (*n. cranialis*) on kaksitoista paria. Ne lähtevät aivojen ja aivorungon alaosista ja hermottavat pääasiassa pään aluetta. (Leppäluoto ym. 2008; Karhumäki ym. 2014.) Selkäydinhermoja (*n. spinalis*) on yhteensä 31 paria, jotka on jaettu niiden sijainnin mukaan viiteen ryhmään. Jokaisesta selkärangan nikamavälistä lähtee yksi selkäydinhermopari, lukuun ottamatta C1-nikamaa, josta lähtee selkäydinhermoparit sekä nikaman ylä- että alapuolelta. (Leppäluoto ym. 2008.)

Selkäydinhermot kytkeytyvät selkäyttimeen taka- ja etuhermojuurten avulla (Leppäluoto ym. 2008). Sensoriset hermot kulkevat selkäyttimeen takajuuren kautta (*radix dorsalis*), jonne kyseisten hermojen sooma-osat muodostavat spinaaliganglioita eli hermosolmukkeita. Motoriset hermot poistuvat selkäytimestä etujuurta (*radix ventralis*) pitkin. Takajuuren ja etujuuren tullessa ulos nikamien välistä, ne yhtyvät muodostaen sekahermoja. (Leppäluoto ym. 2008; Nienstedt ym. 2009.) Selkäydinhermot jakautuvat takahaaroihin, jotka hermottavat mm. syviä selkälihaksia sekä etuhaaroihin, jotka muodostavat hermopunoksia. Näihin punoksiin tulee hermoja selkäytimen eri tasoilta. Esimerkiksi hartiapunos (*plexus brachialis*) muodostuu neljän alimman kaulahermon (C5-C8) sekä ensimmäisen rintahermon (T1) etuhaaroista. Hartiapunoksesta lähtevät hermot hermottavat yläraajoja. (Nienstedt ym. 2009.) Lanne-ristipunos (*plexus lumbosacralis*) muodostuu lanne- ja ristihermojen (L1-L5 ja S1-S5) etuhaaroista. Punoksesta lähtevät hermot hermottavat alaraajoja. (Leppäluoto ym. 2008, 406.)

Selkäydinhermot voidaan jakaa viestin kulkusuunnan mukaan efferentteihin eli viestiä keskushermostosta pois päin vieviin ja afferentteihin eli viestiä keskushermostoon tuoviin hermoihin. Efferentit hermosyyt ovat motorisia liikehermosyitä, niitä voidaan kutsua myös alfa motoneuroneiksi. Afferentit hermosyyt ovat sensorisia tuntohermosyitä. (Leppäluoto ym. 2008.)

## 4 ENEG-TUTKIMUS

ENMG- eli elektroneuromyografiatutkimusta käytetään ääreishermoston ja lihasten toiminnan tutkimisessa. Tutkimusta voidaan hyödyntää ääreishermovaurioiden, hermolihastautien ja lihastautien diagnostiikassa. (Falck 2006a.) Nämä vauriot aiheuttavat erilaisia neuromuskulaarisia oireita, kuten raajojen puutumista, kramppeja ja lihasheikkoutta (Partanen 2014). ENMG-tutkimuksen tavoitteena on neuromuskulaarihäiriön paikantaminen, sen vaikeusasteen arviointi sekä häiriön syyn selvittäminen (Falck 2006a).

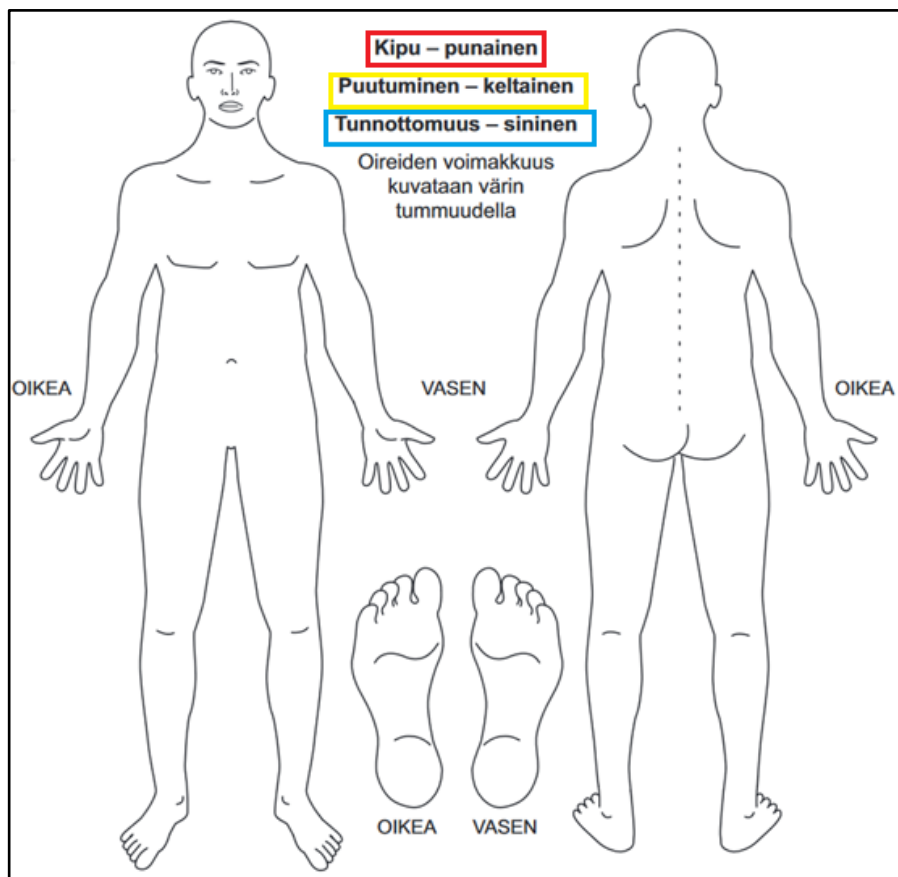
ENMG-tutkimus koostuu yleensä kahdesta osasta, elektroneurografiasta ja EMG:sta (Falck 2006a). Elektroneurografia- eli ENEG-tutkimusta käytetään paikallisten ääreishermovaurioiden ja polyneuropatioiden diagnostiikassa, sillä sen avulla pystytään tutkimaan sähköisen ärsyksen aiheuttamien vasteiden avulla ääreishermoston paksujen myelinoitujen motoristen ja sensoristen hermostojen toimintaa. Näistä vasteista voidaan mitata erilaisia muuttujia. (Falck 2006a; Falck 2006b.) Neurografiututkimuksessa elektrodit sijoitetaan ihon pinnalle. Tavallisesti sähköinen ärsyke annetaan kahteen tai useampaan eri pisteeseen. (Falck 2006b). KNF-yksikössä yleisimmät kädestä mitattavat motoriset ääreishermostot ovat *n. medianus*, *n. ulnaris* ja *n. radialis* sekä jaloista *n. tibialis* ja *n. peroneus profundus*. Sensorisista ääreishermostoista mitataan käsistä *n. radialis*, *n. medianus* sekä *n. ulnaris*. Jaloista mitataan *n. peroneus superficialis* ja *n. suralis*. Harvemmin mitattavia hermoja ovat käden sensoriset *n. cutaneus antebrachii lateralis* ja *medialis* ja jalan *n. saphenus*. (Kipu- ja oirekartta 2012.)

EMG- eli elektromyografiatutkimuksen avulla voidaan selvittää lihaksen, hermolihaskudoksen sekä alfa-motoneuronin toimintaa ja niiden poikkeavuuksia (Falck 2006c). EMG-tutkimus suoritetaan yleensä ohuella neulaelektrodilla, joka rekisteröi lihassyiden toimintaa lihaskudoksessa: tällöin puhutaankin neula-EMG:sta (Partanen 2014). EMG-tutkimus koostuu yleensä kolmesta osasta: ensin tutkitaan lihaksen toimintaa lihaksen ollessa lepotilassa, tämän jälkeen kevyesti supistuneena ja lopuksi voimakkaasti supistuneena (Falck 2006c). Tutkimuksen avulla analysoidaan neulaelektrodilla mitattuja visuaalisia aaltomuotoja sekä signaaliäänten ominaisuuksia (Kimura 2001).

ENMG-tutkimusta voidaan täydentää kylmä- ja lämpötuntokynnysmittauksella. Ohuita myelinoituneita hermosyitä tutkitaan kylmätuntokynnysmittauksella. Myelinoitumattomien hermosyiden tutkimiseen käytetään lämpötuntokynnysmittausta. (Laaksonen & Falck 2006.)

#### 4.1 Neurografian yleisiä piirteitä

Potilaan tullessa ENMG-tutkimukseen hän värittää kipu- ja oirekarttaan oireet (kipu, tunnottomuus, puutuminen) sekä niiden voimakkuuden (kuva 1). Kartan avulla lääkäri saa kuvan oireista ja oirealueista, mikä helpottaa tutkittavien hermojen määrittämistä. (Falck 2006a.)



Kuva 1. Kipu- ja oirekartta. (Lähde: Kipu- ja oirekartta 2012 mukailten).

Juuri ennen neurografiatutkimuksen suorittamista mitataan potilaan raajojen lämpötilat. Raajojen lämpötilalla on suuri merkitys tutkimuksen luotettavuuteen, sillä lämpötila vaikuttaa sekä hermojohtonopeuksiin että vasteiden muotoon. (Falck 2006b.) Esimerkiksi sensorisessa neurografiamittauksessa raajojen kylmyys vaikuttaa siten, että vasteen amplitudi ja pinta-ala ovat suurentuneet sekä latenssi pidentynyt verrattuna lämpimiin raajoihin. Tämä johtuu siitä, että kylmyys pidentää depolarisaation kestoa, jolloin myös aktiopotentiali pidentyy. (Sorenson 2011.) Jalkojen lämpötilan tulisi olla yli 28 °C sekä

käsien lämpötilan yli 30 °C. Jos lämpötila on näiden rajojen alle, tulee raajat lämmittää. (Falck 2000.)

Mitattaessa ääreishervoja käytetään yleensä 0,2 ms:n kestoista ärsykettä ja ärsykkeen voimakkuus on 1-100 mA. Ärsykkeen voimakkuuden tulee olla riittävä, jotta kaikki tutkitavan hermon hermosäikeet aktivoituvat. Riittävä voimakkuus on saavutettu silloin, kun mitattava vaste ei enää kasva, vaikka ärsykkeen voimakkuutta lisätään. (Falck 2000.) Tällöin puhutaan maksimaalisesta stimulaatiosta. Neurografiamittauksissa käytetään stimulaatioissa ns. supramaksimaalista voimakkuutta, joka on maksimaalista stimulaatiota suurempi (Daube & Rubin 2001). KNF-yksikössä käytetään supramaksimaalista voimakkuutta, joka on noin 10-15% maksimaalista stimulaatiota suurempi (Falck 2000). Jos ärsykkeen voimakkuus on riittämätön, vasteen latenssit ovat liian pitkiä ja amplitudit pieniä. Mikäli voimakkuus on liian voimakas, se aiheuttaa tutkittavalle henkilölle kipua sekä vasteen latenssit lyhenevät. Tämä johtuu siitä, että ärsyke leviää stimulaatioelektrodin ulkopuolelle. Lisäksi liian voimakas stimulaatio voi aiheuttaa ärsykkeen leviämisen viereisiin hermoihin. (Falck 2006b.)

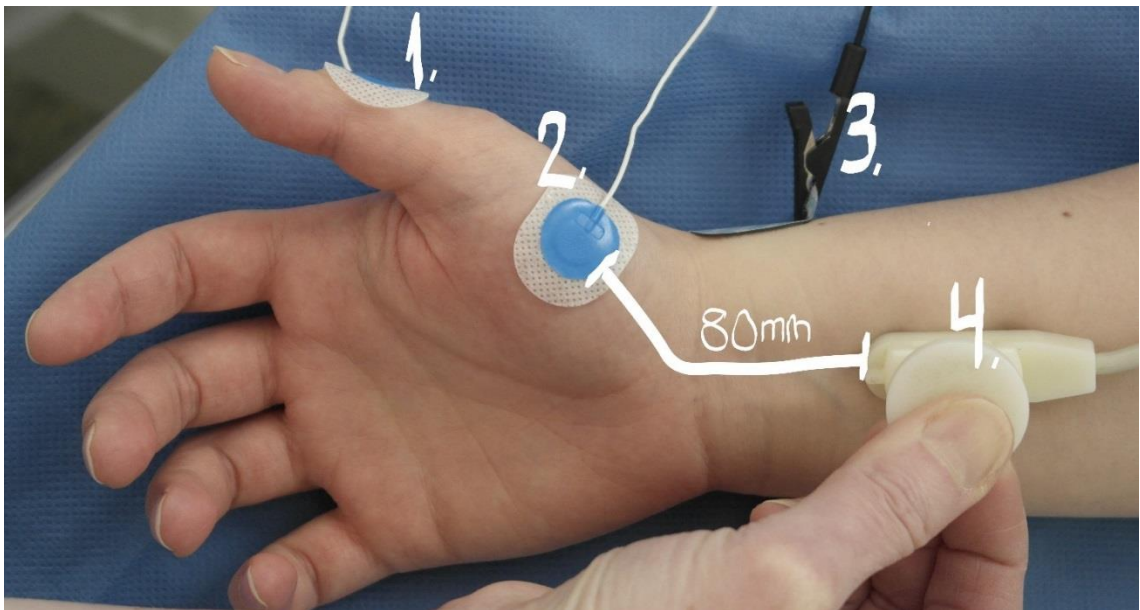
Neurografian mittaustuloksiin vaikuttavat lämpötilan lisäksi potilaan ikä sekä pituus. Pitkillä henkilöillä hermojohtonopeudet ovat hitaammat kuin lyhyemmällä henkilöillä. Hermojohtonopeudet hidastuvat iän lisääntyessä, myös sensoristen vasteiden amplitudit pienenevät iän myötä. Neurografiamittauksissa raajojen asennot tulisivat olla vakioituja. Tämä on erityisen tärkeää mitattaessa sellaisia hermosegmenttejä, jotka kulkevat nivelten yli. Hermosegmentti on kahden stimulaatiopisteen tai rekisteröivän ja stimulaatioelektrodin väliin jäävä hermon osa. Hermosegmentti liittyy olennaisesti erilaisiin neurografiassa mitattaviin muuttujiin ja siihen liittyvät mittausrvirheet ovat tärkein neurografian virhelähde. Tämän vuoksi se tulee aina mitata huolellisesti. (Falck 2006b.) Mittaustuloksia tulkittaessa tulee käyttää joko oman laboratorion viitearvoja tai sellaisen laboratorion viitearvoja, jotka on kerätty samalla mittausten menetelmällä (Watson & Daube 2011).

#### 4.2 Motorinen neurografiamittaus

Motorisen neurografiamittauksen avulla tutkitaan paksuja myelinoituneita motorisia ääreishervoja eli liikehervoja, jolloin stimulaatiovaste rekisteröidään sellaisesta lihaksesta, jota tutkittava hermo hermottaa. (Kimura 2001; Falck 2006b.) Motorinen neurogra-

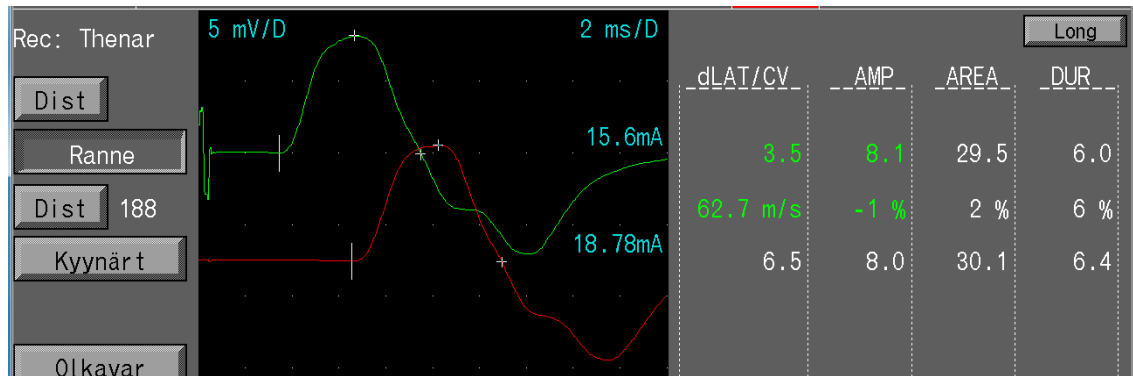
fiamittaus on hyödyllinen erotusdiagnostiikassa, sillä sen avulla voidaan selvittää, sijaitseeko vaurio ääreishermostossa, alemmassa motoneuronissa tai hermo-lihasliitoksessa vai onko kyseessä myopatia (Watson & Daube 2011).

Stimulaatioelektrodi sijoitetaan 80 mm:n päähän aktiivisesta rekisteröintielektrodista, joka sijoitetaan lihaksen päälle (Falck 2000). Referenssielektrodi pyritään sijoittamaan mahdollisimman inaktiiviselle alueelle lihaksen ulkopuolelle, kuten sormen distaaliosaan tai varpaan tyveen (kuva 2) (Falck 2006c; Partanen 2014). Motorisessa neurografiassa tutkimattavaa hermoa stimuloidaan yleensä vähintään kahdesta eri pisteestä (Kimura 2001).



Kuva 2. Medianus-hermon motorinen mittaus. (Lähde: Oksa & Piispanen 2017). 1. Referenssielektrodi, 2. Rekisteröintielektrodi, 3. Maadoituselektrodi, 4. Stimuloiva elektrodi.

Stimulaation seurauksena syntyy motorinen stimulaatiovaste M-aalto eli CMAP (compound motor action potential), jolla tarkoitetaan kaikkien aktivoituneiden lihassyiden summavastetta (kuva 3) (Falck 2006b; Watson & Daube 2011). Vauriot aksonissa, hermolihaskliitoksissa tai yksittäisissä lihassyissä vaikuttavat motoriseen stimulaatiovasteeseen. Mikäli kyseessä on lihastauti, muutokset motorisessa neurografiassa näkyvät vasta, kun sairaus on pitkälle edennyt ja potilaalla esiintyy lihaksen atrofiaa. (Watson & Daube 2011.)



Kuva 3. Medianus-hermon motorinen vaste eli CMAP. (Lähde: KNF-yksikön opetusmateriaali).

Motorisessa neurografiamittauksessa voidaan M-aallon lisäksi mitata ns. F-vaste. Se on alfamotoneuronin aktivaation seurauksena syntynyt vaste, jonka avulla saadaan tietoa alfamotoneuronin toiminnasta hermojen proksimaalisessa osassa. (Falck 2000a.) Hermoa stimuloidaan samasta kohdasta kuin M-aallon mittauksessa, mutta supramaksimaalisia stimulaatioita annetaan 20 kertaa (Falck 2006b).

Motorisessa neurografiamittauksessa voidaan mitata myös A-aalto. Se on myöhäisvaste ja se voi esiintyä ennen F-vastetta, niiden joukossa tai niiden jälkeen. A-aallon syntymekanismeja on useita, joista tavallisimmassa mekanismissa alfamotoneuronin aksonin ärttyvyys lisääntyy paikallisesti. Hermon stimulaation seurauksena syntynyt aktiopotentiaali laukaisee spontaanisti toisen aktiopotentiaalin hermon proksimaalisessa osassa. Terveillä ihmisillä voi näkyä A-aaltoja etenkin alaraajahermoissa, mutta niiden määrä lisääntyy eräissä sairauksissa, kuten polyneuropatioissa. (Falck 2006b.)

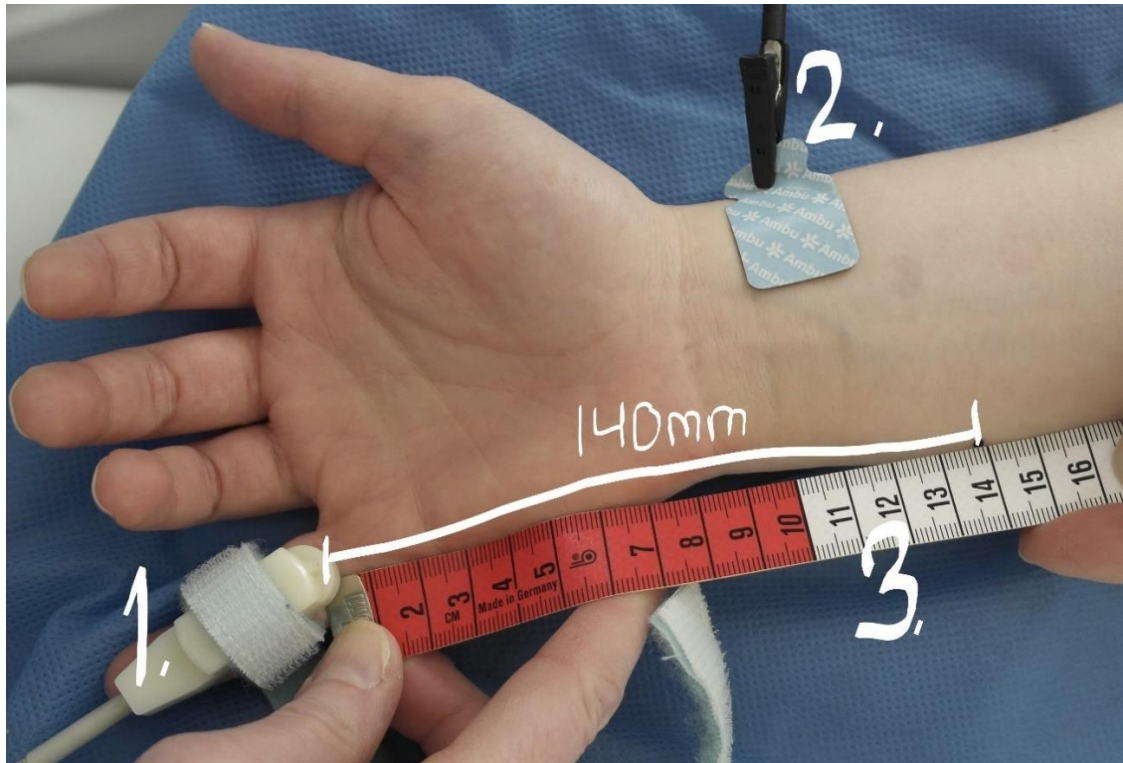
#### 4.3 Sensorinen neurografiamittaus

Sensoristen ääreishermosten tutkimisessa luotettavin menetelmä on neurografiamittaus ja sillä tutkitaan sensorisia hermosyitä, jotka välittävät asentoon ja kosketukseen liittyviä tuntemuksia. Sensoriset hermot ovat herkkiä patologisille muutoksille ja ensimmäiset muutokset tulevatkin esiin sensorisen hermon vasteen amplitudeissa, latensseissa sekä hermojohtonopeuksissa. (Sorenson 2009.)

Sensorisessa neurografiamittauksessa käytetään stimulaatioelektrodia sekä aktiivista rekisteröintielektrodia, joiden välisen etäisyyden tulisi olla 140 mm (kuva 4) (Falck 2000b;

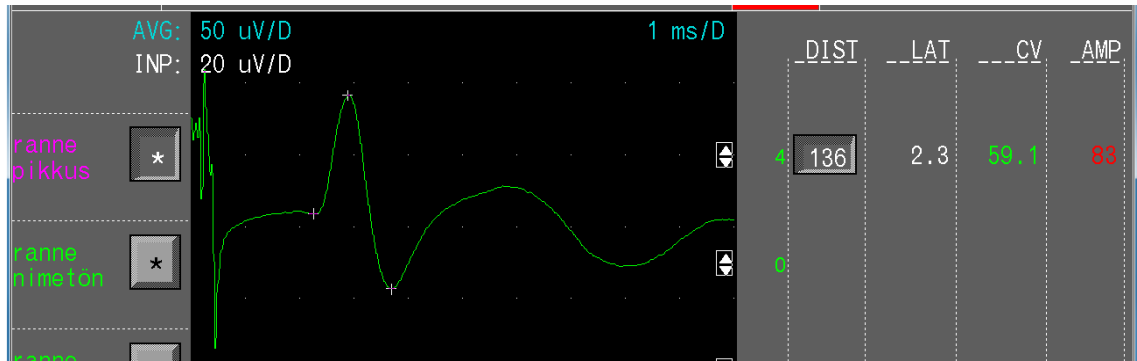


Falck 2006c). Sähköinen stimulaatioärsyke annetaan hermorunkoon ja saatu vaste mitataan toisesta hermorungon kohdasta (Partanen 2014). Johtonopeus voidaan mitata ortodromisesti eli aktiopotentiaalin normaalin kulkusuunnan mukaan tai päinvastoin antidromisesti eli vasten aktiopotentiaalin normaalia kulkua (Sorenson 2011; Partanen 2014).



Kuva 4. Ulnaris-hermon sensorinen mittaus. (Lähde: Oksa & Piispanen 2017). 1. Rekisteröintielektrodi, 2. Maadoituselektrodi, 3. Stimulointipiste 140 mm:n päässä rekisteröivästä elektrodista.

Rekisteröivän elektrodin mittaama vaste on nimeltään SNAP (sensory nerve action potential), jolla tarkoitetaan yksittäisten sensoristen hermojen aktiopotentiaalien summaa (kuva 5) (Falck 2006b; Sorenson 2009).



Kuva 5. Ulnaris-hermon sensorinen vaste eli SNAP. (Lähde: KNF-yksikön opetusmateriaali).

Sensoristen vasteiden amplitudit ovat motorisia vasteita pienempiä, jonka vuoksi ne ovat herkkiä taustakohinan aiheuttamille häiriöille. Keskiarvoistamisen avulla saadaan vähennettyä taustakohinaa ja parannettua vasteen signaali-kohinasuhdetta. Sensorisia vasteita tulisikin keskiarvoistaa vähintään 4-5 kappaletta parhaimman signaali-kohinasuhteen saavuttamiseksi. (Sorenson 2009.)

## 5 OPAS JA OPPIMATERIAALI

Oppaan tarkoituksena on auttaa lukijaa oppimaan uutta. Opasta laadittaessa tulee huomioida lukijan tarpeet ja oppaan laatijan on hyvä tutustua kohderyhmään. Oppaassa voi käyttää yleiskielen lisäksi ns. ammattislangia kohderyhmän mukaan. Tämän lisäksi tulee ottaa huomioon lukijan lähtötaso, jotta vältetään liialliselta perusasioiden käsittelyltä tai liian vaikeaselkoiselta tekstiltä. (Rentola 2006.)

Oppimateriaalilla tarkoitetaan sen sijaan kaikkea sellaista materiaalia, jota voidaan käyttää oppimisen edistämiseen ja jonka avulla oppija pääsee tutustumaan opetettavaan sisältöön. Oppimateriaalista voidaan käyttää myös nimitystä opetusmateriaali, joista oppimateriaali on oppilaslähtöisempi käsite. (Hellström 2008.)

Oppaan ja oppimateriaalin koostamisessa voidaan hyödyntää kuvia. Kuva ja teksti vaikuttavatkin toinen toisiinsa ja kuvien käyttö tulee pystyä perustelemaan (Rentola 2006, 102). Huolellisesti valittu kuva helpottaa kerrotun asian ymmärtämistä ja vahvistaa tekstin pohjalta muodostunutta mielikuvaa. Kuva voi toimia myös eräänlaisena muistivihjeenä, sillä kuva jää tekstiä helpommin mieleen. (Lammi 2009.)

## 6 OPINNÄYTETYÖN SUUNNITTELU, TOTEUTUS JA LOPPUTULOS

Opinnäytetyöaihe saatiin KNF-yksiköltä syksyllä 2016 syventävän harjoittelun aikana, jonka jälkeen opinnäytetyön ohjaajien kanssa keskusteltiin oppaan sisällöstä ja rakenteesta. Keskustelun perusteella päädyttiin rajaamaan oppaan sisältö siten, että käsiteltävät osiot ovat hermosolun rakenne ja toiminta, ääreishermosto sekä yleisimmin mitattavat ääreishermostot (*n. medianus*, *n. ulnaris* ja *n. radialis*, *n. tibialis*, *n. peroneus profundus*, *n. peroneus superficialis* ja *n. suralis*). Tämän lisäksi sovittiin, että oppaassa esitellään ENEG-tutkimuksen suorittaminen sekä esitellään yleisimpiä ääreishermoston sairauksia. Kun sisältö oli rajattu sopivaksi, aiheeseen tutustuttiin paremmin ja sopivia lähteitä etsittiin tutkimussuunnitelmaa varten. Loppusyksystä 2016 tutkimussuunnitelma oli valmis ja joulukuussa haettiin tutkimuslupaa Turku CRC:lta. Tutkimuslupa saatiin tammikuussa 2017. Tammikuun aikana tehtiin tarkempi suunnitelma oppaan rakenteesta, jonka KNF-yksikön opinnäytetyön ohjaajat hyväksyivät. Suunnitelmaan lisättiin oppaassa käsiteltävät sairaudet, jotka olivat *canalis carpi*-oireyhtymä, *n. ulnariksen* vauriot, *n. peroneuksen* vauriot, Mortonin metatarsalgia, diabeettinen polyneuropatia, Guillain-Barrén oireyhtymä sekä amyotrofinen lateraaliskleroosi (ALS).

Opinnäytetyön kirjoitusprosessi alkoi tammikuussa 2017. Opasta ja opinnäytetyön raporttia kirjoitettiin lomittain. Raportin kirjoitus aloitettiin selvittämällä toiminnallisen opinnäytetyön ja hyvän oppaan ja oppimateriaalin kriteerit. Lisäksi raporttiin kirjoitettiin tutkimuksen eettisyydestä ja luotettavuudesta. Oppaan kirjoitusprosessi aloitettiin ääreishermoston sekä hermosolun rakenteen ja toiminnan kuvaamisesta, josta muotoutui oppaan ensimmäinen osio. Kirjoitusprosessin ohessa etsittiin myös työhön sopivia anatomian kuvia ääreishermoista ja niiden hermottamista lihaksista. Tämän jälkeen kirjoitettiin oppaan toinen osio, johon koottiin tietoa esimerkiksi yleisimmin mitattavista ääreishermoista. Samaan aikaan kirjoitettiin raportin teoreettinen viitekehys. Maaliskuussa vierailtiin KNF-yksikössä, jolloin opinnäytetyöohjaajat tekivät toiselle opinnäytetyöntekijälle neurografiamittauksia yleisimmin mitattavista ääreishermoista. Tässä yhteydessä otettiin kuvia mittaustilanteista ja käytettävistä välineistä, joita hyödynnettiin oppaassa. Tämän jälkeen kirjoitettiin oppaan kolmas osio.

Kolmannen osion valmistumisen jälkeen opas lähetettiin opinnäytetyöohjaajien luettavaksi. Tämän lisäksi opinnäytetyötä ohjaavan opettajan kanssa käytiin läpi maaliskuun

lopussa 2017 siihen mennessä aikaansaatu kirjoitusprosessia. KNF-yksikön opinnäytetyön ohjaajilta saatiin palautetta, jonka perusteella päädyttiin muokkaamaan erityisesti oppaan toista osiota. KNF-yksiköltä esitettiin toivomus, että oppaaseen lisättäisiin kolme uutta hermoa (*n. cutaneus antebrachii lateralis* ja *medialis* sekä *n. saphenus*) sekä lyhyesti dermatomeista ja ääreishermoston anomaloista. Tämän lisäksi päädyttiin poistamaan käsiteltävistä sairauksista Mortonin metatarsalgia, sillä sairauden diagnosointi perustuu pitkälti lääkärin neulaelektrodeilla suorittamaan ENMG-tutkimukseen. Lisäysten ja muokkauksen jälkeen kirjoitettiin oppaan neljäs osio. Opas saatiin valmiiksi huhtikuun puolessa välissä. Lopuksi kirjoitettiin opinnäytetyön raportti puuttuvien osioiden kohdalta loppuun, kuten opinnäytetyön suunnittelu, toteutus ja lopputulos sekä pohdinta.

Lopputuloksena syntyi 55 sivuinen opas, joka sisältää kattavasti ENEG-tutkimukseen liittyvää teoretista tietoa sekä 54 huolella valittua kuvaa. Oppaan ollessa lähes valmis alettiin pohtia uudestaan opinnäytetyön otsikkoa ja päädyttiin muuttamaan otsikko. Uudeksi otsikoksi valittiin Opas ääreishermoston tutkimiseen ENEG-tutkimuksella, sillä se kuvaa paremmin oppaan sisältöä kuin vanha otsikko (Opas ääreishermoston tutkimiseen ENMG-tutkimuksella). Oppaan kohderyhmänä oli KNF-yksikön hoitajat sekä bioanalyttikko-opiskelijat. Kohderyhmän tarpeisiin ja tavoitteisiin tutustuttiin käymällä keskusteluita oppaan rakenteesta ja sisällöstä KNF-yksikön opinnäytetyöohjaajien kanssa, joiden toiveet pyrittiin mahdollisimman hyvin huomioimaan oppaan toteutuksessa. Opas sisältää yleiskielen lisäksi jonkin verran kliinisen neurofysiologian ammattislangia, sillä tällä erikohdalla käytetään paljon vain sille ominaisia termejä. Käsitteet pyrittiin kuitenkin avaamaan lukijalle auki. Lukijan lähtötaso pyrittiin ottamaan huomioon oppaan rakenteessa. Opas etenee loogisesti siten, että aluksi käsitellään hermoon ja ääreishermostoon liittyviä perusasioita, joista edetään neurografiattutkimuksen suorittamiseen ja lopuksi ääreishermoston sairauksiin. Hyvä pohjatieto ääreishermostosta auttaa ymmärtämään neurografiattutkimuksen kannalta oleellisia asioita, mikä puolestaan auttaa ymmärtämään ääreishermoston sairauksia sekä sitä, miten ne ilmenevät kyseisessä tutkimuksessa. Lukijan lähtötasosta riippuen opas voi toimia uuden asian oppimateriaalina tai toisaalta vanhan pohjatiedon syventämiseen tarkoitettuna oppaana.

KNF-yksikön opinnäytetyöohjaajien toiveena oli saada visuaalisesti monipuolinen tuotos ja oppaassa käytettiin runsaasti kuvia. Kuvien käyttö katsottiin kuitenkin perustelluksi, sillä oppaan aihe on pelkän tekstin perusteella hankalasti hahmotettavissa. Oppaassa käytettiin monipuolisesti erilaisia kuvia, joilla kaikilla oli tietynlainen käyttötarkoitus. Esimerkiksi anatomian kuvat auttavat lukijaa paremmin hahmottamaan hermoston kulkureitit,

toisaalta sairauksien yhteydessä käytetyt kuvat vasteista auttavat lukijaa havaitsemaan paremmin normaalin ja patologisen vasteen erot. Seuraavaksi esitellään opinnäytetyöprosessin eteneminen vuokaavion muodossa.



## 7 OPINNÄYTETYÖN METODOLOGIA, LUOTETTAVUUS JA EETTISYYS

### 7.1 Opinnäytetyön metodologia

Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on käytännön toiminnan kehittäminen, ohjeistaminen tai järjeistäminen, minkä vuoksi toiminnallisella opinnäytetyöllä on yleensä toimeksiantaja, jolle työ tehdään. Toiminnalliselle opinnäytetyölle ominaista on sen kaksiosainen kokonaisuus eli se koostuu produktista eli tuotoksesta ja raportista. Toiminnallisen opinnäytetyön tuloksena syntyy aina jokin konkreettinen produkti, kuten ohje, ohjeistus tai opas. Produkti on suunniteltu ammatilliseen käyttöön ja se on suunnattu tietyille kohderyhmälle. Yleensä toiminnallisessa opinnäytetyössä ei esitetä tutkimuskysymyksiä tai ongelmaa, vaan produkti pohjautuu teoreettiseen viitekehykseen. Raportissa sen sijaan selostetaan ja arvioidaan opinnäytetyöprosessin ja oppimisen etenemistä, mutta sen tulee aina sisältää myös teoreettinen viitekehys. (Vilka & Airaksinen 2003; Virtuaali ammattikorkeakoulu 2017.) Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen, sillä sen tuloksena syntyy erillinen produkti, joka on opas ääreishermoston tutkimiseen. Opas on suunnattu tietyille kohderyhmälle eli KNF-yksikön hoitajille ja opiskelijoille. Tässä opinnäytetyössä ei esitetä erillisiä tutkimuskysymyksiä- tai ongelmia, vaan opinnäytetyö ja sen tuloksena syntynyt tuotos pohjautuvat huolella valittuun teoreettiseen tietoon. Raportissa arvioidaan ja pohditaan opinnäytetyön suunnittelua, toteutusta ja lopputulosta. Lisäksi raportissa esitellään viitekehys, jossa käsitellään produktin kannalta tärkeimpiä käsitteitä, kuten hermosolu, ääreishermosto ja ENEG-tutkimus.

### 7.2 Opinnäytetyön luotettavuus

Koska toiminnallinen opinnäytetyö pohjautuu teoreettiseen tietoon, lähdekritiikin merkitys on suuri. Lähdeaineistoa voi arvioida jo ennalta lähteen iän, laadun, tunnettuuden ja kirjoittajan auktoriteetin perusteella. Lähdeaineistoksi suositellaan valittavaksi mahdollisimman tuoreita sekä alkuperäisiä julkaisuja. Toissijaisiin lähteisiin, kuten oppikirjoihin, tulee suhtautua kriittisesti, sillä niissä oleva tieto voi olla muuttunut alkuperäisestä. Toiminnallisessa opinnäytetyössä käytettyjen lähteiden laatu ja soveltuvuus määrittelevät opinnäytetyön arvoa enemmän kuin lähteiden määrä. (Vilka & Airaksinen 2003.)

Tämän opinnäytetyön lähdeaineiston keruussa hyödynnettiin KNF-yksikön kirjastoa, Lääketieteellistä kirjastoa sekä Turun ammattikorkeakoulun kirjastoa ja kirjaston tietokantoja. Tietokannoista hyödynsimme esimerkiksi Elsevier: Science Directia, Medicia, Ebook Centralia sekä Cinahl Completea. Opinnäytetyöhön pyrittiin valitsemaan ensisijaisia lähteitä, mutta anatomiaan liittyvien kuvien ja teoritiedon osalta päädyttiin käyttämään myös oppimateriaaleja lähteinä. Oppikirjojenkin kohdalla pyrittiin lähdekritiikkiin ja valitsemaan mahdollisimman tuoreita lähteitä. Työn luotettavuutta lisää myös se, että KNF-yksikön erikoistuva lääkäri tarkastaa oppaan sisällön oikeellisuuden.

Lähteiden keruussa huomattiin, että kliininen neurofysiologia on vielä melko suppea erikoisala, minkä vuoksi osa löydetyistä lähteistä olivat melko vanhoja. Lisäksi lähteiden joukosta tiettyjen tekijöiden nimet nousivat selvästi esiin: esimerkiksi suomalaisista Björn Falck ja ulkomaisista Jun Kimura, Jasper R. Daube sekä Devon I. Rubin. Näiden kirjoittajien teoksiin viitattiin myös useasti muissa lähteissä. Lähteiden keräämistä hankaloitti kuitenkin rajoitetut käyttöoikeudet tiettyihin tieteellisiin julkaisuihin, kuten Clinical Neurophysiology -julkaisuun, joka olisi varmasti ollut erittäin hyödyllinen opinnäytetyön kannalta.

### 7.3 Opinnäytetyön eettisyys

Opinnäytetyöprosessin aikana tulee noudattaa muiden tutkimusten tavoin hyviä tieteellisiä käytäntöjä eli rehellisyyttä, yleistä huolellisuutta ja tarkkuutta kaikissa eri vaiheissa. Hyviin tieteellisiin käytäntöihin kuuluu myös asianmukaisten tutkimuslupien hankkiminen. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2017.) Tämä opinnäytetyö tehtiin noudattaen hyviä tieteellisiä käytäntöjä työn jokaisessa vaiheessa. Tutkimuslupaa haettiin Turku Clinical Research Centrelta vuoden 2016 lopulla ja lupa opinnäytetyölle saatiin tammi-kuussa 2017.

Eettisyyteen liittyy myös plagiointi, jolla tarkoitetaan toisen henkilön ajatusten, ideoiden tai tulosten esittämistä ominaan. Plagioinnin välttämiseksi muiden tutkijoiden tekemiin julkaisuihin tuleekin viitata asianmukaisin lähdeviittein. (Vilka & Airaksinen 2003.) Tässä opinnäytetyössä merkitään sekä tekstin että kuvien lähteet selkeästi hyviä tieteellisiä käytäntöjä noudattaen. Opinnäytetyötä varten joitakin kuvia muokattiin, mikä merkittiin selkeästi ja asianmukaisesti kuvien yhteyteen.



Opinnäytetyössä käytettiin esimerkkikuvia KNF-yksikössä aikaisemmin tehdyistä ENMG-tutkimuksista, jotka opinnäytetyöohjaajat olivat ennalta opinnäytetyötä varten valinneet. Opinnäytetyössä käytettyjä kuvia mittaustuloksista käsiteltiin niin, että opinnäytetyöntekijät eivät päässeet näkemään potilastietoja. Valittuja esimerkkikuvia ei voida millään tavoin yhdistää potilaaseen. Tämän avulla varmistettiin potilaiden anonymiteetti.

Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntyneellä oppaalla on uutuusarvoa, sillä ENEG-tutkimuksesta ei ole tehty vastaavanlaista opasta KNF-yksikölle aikaisemmin. Tällaiselle oppaalle huomattiin olevan tarvetta, sillä viime vuosina hoitajien tekemien ENEG-tutkimusten määrät ovat kasvaneet. Lisäksi bioanalytiikan koulutusohjelma on muuttunut viime vuosien aikana niin, että opiskelijat valitsevat vain muutaman erikoisalalan, joihin he tutustuvat tarkemmin ja sen vuoksi harjoittelujakso erikoisalalla on aikaisempaa pidempi. Tämän vuoksi opiskelijalla on mahdollisuus tutustua syvemmin ENEG-tutkimukseen. Tällaisesta oppaasta on opiskelijalle apua tutkimukseen tutustuttaessa.

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheen valinnassa onnistuttiin hyvin. Aihe oli mielenkiintoinen, minkä vuoksi innostus pysyi yllä koko opinnäytetyöprosessin ajan. Motivaatiota lisäsi myös tieto siitä, että oppaasta olisi jatkossa hyötyä toimeksiantajalle. Opinnäytetyöprosessi kehitti myös yhdessä työskentelyä. Työskentely oli sitä sujuvampaa, mitä pidemmälle prosessi eteni ja mitä enemmän työskenneltiin yhdessä. Opinnäytetyön tekeminen kehitti tiedon hakua ja kriittistä ajattelua. Lähdemateriaalia koottaessa opittiin käyttämään erilaisia tietokantoja. Lähteitä valittaessa harkittiin tarkasti lähteiden luotettavuutta ja hyödyllisyyttä opinnäytetyön kannalta. Opinnäytetyön tekeminen syvensi tietämystä ääreishermoista, neurografiaturkimuksen tekemisestä ja siihen liittyvistä tekijöistä. Tällaisesta tietämyksestä olisi hyötyä mahdollisesti tulevaisuudessa klinisen neurofysiologian parissa työskentelyssä.

Opinnäytetyöprosessin aikana opittiin, kuinka vaativaa oppaan tekeminen on ja mitä asioita on huomioitava opasta tehdessä. Opasta tehdessä ymmärrettiin myös aiheen rajaamisen tärkeys, jotta opas säilyy kompaktina eikä sisällä mitään tarpeetonta. Oppaan sisällöstä keskusteltiin useasti opinnäytetyönohjaajien kanssa ja aihe pyrittiin rajaamaan mahdollisimman tarkasti. Opinnäytetyöprosessin edetessä oppaan sisältöä jouduttiin muokkaamaan, kunnes päädyttiin lopulliseen muotoon. Lisäksi sisällön paisumista liian laajaksi pyrittiin välttämään. Oppaasta päädyttiin tekemään visuaalisesti mahdollisimman monipuolinen ja sopivien kuvien valitsemiseen ja oppaan ulkoasuun liittyviin tekijöihin käytettiin paljon aikaa. Esimerkiksi anatomian kuvien suhteen oli tarkat kriteerit, sillä haluttiin kuvia, joissa näkyvät ainoastaan hermot ja lihakset. Tämä osoittautui odotettua hankalammaksi, sillä useissa kuvissa näkyi luita, verisuonia ja jäniteitä, minkä vuoksi niistä oli vaikea hahmottaa hermoja ja lihaksia. Oppaaseen tarvittiin myös normaaleja mittaustulosten kuvia motorisista ja sensorisista vasteista, minkä vuoksi toiselle opinnäytetyöntekijälle päädyttiin tekemään neurografiamittauksia. Tämän ansiosta saatiin parempi käsitys siitä, miltä tutkimus tuntuu potilaan näkökulmasta. Mittausten yhteydessä huomattiin, että joidenkin hermojen mittauksissa annetut ”sähkönäpsyt” tuntuivat selkeästi epämiellyttäviltä.

Loppujen lopuksi oppaan tekemisessä onnistuttiin hyvin. Oppaan tarkoitus täyttyi, sillä oppaasta muotoutui loogisesti etenevä kokonaisuus. Lisäksi KNF-yksikön toive monipuolisesta visuaalisuudesta saatiin hyvin toteutettua. Erityisen tyytyväisiä oltiin oppaan

kolmanteen osioon, jossa käsiteltiin neurografiatutkimuksen suorittamista. Osiota varten itse otetut kuvat mittausvälineistä sekä mittauslanteista onnistuivat hyvin. Mittauskuvien avulla pystyttiin hyvin havainnollistamaan elektrodien paikat sekä niiden väliset etäisyydet motorisessa ja sensorisessa mittauksessa. Opinnäytetyöntekijöiden aikaisemman kokemuksen perusteella mitattavat muuttujat koettiin hankalaksi ymmärtää. Oppaassa päädyttiin ensin avaamaan mitattavat muuttujat tekstimuodossa, jonka perään liitettiin muokattu kuva vasteesta, johon merkittiin mitattavat muuttujat. Kuvan avulla teksti saatiin selkeämmäksi ymmärtää.

Oppaan toisen osion toteuttaminen koettiin hankalaksi. Ensimmäisessä versiossa kerrottiin hermon hermottamien lihasten latinan kieliset nimet, jolloin tekstistä muodostui vaikeaselkoinen. Tämän jälkeen päädyttiin poistamaan suurin osa lihasten latinan kielisistä nimistä. Tekstiin jätettiin ainoastaan neurografiamittauksen kannalta oleellimmat lihakset ja niiden latinankieliset nimet. Lisäksi osioon lisättiin kolme uutta hermoa, nikamavälit, joista hermot saavat hermotuksensa sekä dermatomit. Muutosten ansiosta osio saatiin vastaamaan paremmin tarkoitusta, mutta osio vaatisi vielä lisää muokkausta, jotta se toimisi parhaimmalla mahdollisella tavalla. Oppaan ollessa lähes valmis alettiin pohtia tarkemmin lihasten anatomisia kuvia ja jäätettiin miettimään, olisivatko alaraajan lihaksista riittäneet kuvat vain polvesta alaspäin. Osiossa esiteltiin kuitenkin myös harvemmin mitattavia hermoja, mikä lisäsi oppaan uutuusarvoa.

Oppaan neljännen osion toteuttaminen koettiin myös haastavaksi. Suurin osa sairauksista oli opinnäytetyöntekijöille ennestään melko tuntemattomia. Haastavaksi koettiin lähdemateriaali, sillä suurin osa lähteistä oli englanninkielisiä. Huomattiin, että englanninkielisissä lähteissä sairauksista saatettiin käyttää useita erilaisia nimiä ja toisaalta eri anatomian termeillä oli useita synonyymeja. Näistä syistä sairaudet ja niiden aiheuttamat muutokset neurografiamittauksessa koettiin hankalaksi ymmärtää. Moniin hyödyllisiksi katsottuihin artikkeleihin ei ollut käyttöoikeuksia. Jälkeenpäin jäätinkin pohtimaan, olisiko niistä ollut merkittävää hyötyä opinnäytetyölle. Neljäs osio sisälsi myös erityisen paljon kuvia. Kuvien muokkaaminen ja asettelu osoittautuivat odotettua ongelmallisemmaksi, minkä vuoksi aikaa kului huomattavasti suunniteltua enemmän.

Tämän opinnäytetyön jatkotutkimusaiheena voisi olla esimerkiksi kyselytutkimus KNF-yksikössä oppaan hyödyllisyydestä ja toimivuudesta. Oppaaseen voisi lisätä myös muita ääreishermoston sairauksia sekä hermoja, kuten kasvohermot.

## LÄHTEET

Daube, J.R. & Rubin, D.I. (toim.) Clinical neurophysiology. 3. painos. Oxford: Oxford University Press. Viitattu: 29.3.2017, [https://turkuamk.finna.fi/Record/nelli26\\_tuamk.2670000000040854](https://turkuamk.finna.fi/Record/nelli26_tuamk.2670000000040854).

Falck, B. 2000a. Motoristen hermojen neurografia. Yksityiskohtainen menetelmäkuvaus. Päivitetty 2014. Kliininen neurofysiologia. Viitattu: 30.3.2017.

Falck, B. 2000b. Neurografia menetelmäkuvaus. Päivitetty 2015. VSSHP. TYKS-SAPA-liikelaitos. Kliininen neurofysiologia. Viitattu: 10.3.2017.

Falck, B. 2006a. ENMG-tutkimuksen käyttö, tutkimuksen suunnittelu ja lausunto. Teoksessa Partanen, J.; Falck, B.; Hasan, J.; Jäntti, V.; Salmi, T. & Tolonen, U. (toim.) Kliininen neurofysiologia. Helsinki: Duodecim Oy, 451-466.

Falck, Björn. 2006b. Neurografia. Teoksessa Partanen, J.; Falck, B, Hasan, J.; Jäntti, V.; Salmi, T. & Tolonen, U. (toim.) 2006. Kliininen neurofysiologia. Helsinki: Duodecim Oy, 395-419.

Falck, Björn. 2006c. Elektromyografia. Teoksessa Partanen, J.; Falck, B., Hasan, J.; Jäntti, V.; Salmi, T. & Tolonen, U. (toim.) 2006. Kliininen neurofysiologia. Helsinki: Duodecim Oy, 420-441.

Hellström, M. 2008. Sata sanaa opetuksesta. Keskeisten käsitteiden käsikirja. Juva: PS-kustannus

Karhumäki, E.; Kärkkäinen, M.; Nieminen, K. & Syrjäkallio-Ylikallio, M. 2014. Päästä varpaisiin. Ihmisen anatomia ja fysiologia. 7. painos. Porvoo: Bookwell Oy.

Kimura. J. 2001. Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle. Principles and practice. 3. painos. New York, Oxford University Press. Viitattu: 29.3.2017, <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.turkuamk.fi/lib/turkuamk-ebooks/detail.action?docID=271365>.

Kipu- ja oirekartta. 2012. VSSHP. TYKS-SAPA-liikelaitos. Kliininen neurofysiologia. Viitattu: 10.3.2017.

KNF-yksikön opetusmateriaali. Keypoint-kuvat.

Koivu, Marja. 2006. Ääreishermostojen ja lihasten anatomia ja fysiologia. Teoksessa Partanen, J.; Falck, B, Hasan, J.; Jäntti, V.; Salmi, T. & Tolonen, U. (toim.) 2006. Kliininen neurofysiologia. Helsinki: Duodecim Oy, 383-394.

Laaksonen, S. & Falck, B. 2006. Polyneuropatiat. Teoksessa Partanen, J.; Falck, B, Hasan, J.; Jäntti, V.; Salmi, T. & Tolonen, U. (toim.) 2006. Kliininen neurofysiologia. Helsinki: Duodecim Oy, 503-518.

Lammi, O. 2009. Vaikuta visuaalisesti! Laadi selkeä esitys. Jyväskylä: WSOYpro Oy Docendo.

Leppäluoto, J.; Kettunen, R.; Rintamäki, H.; Vakkuri, O.; Vierimaa, H. & Lätti, S. 2008. Anatomia + fysiologia. Rakenteesta toimintaan. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Nienstedt, W.; Hänninen, O.; Artsila, A. & Björkqvist, S-E. 2009. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 18., uudistettu painos. Helsinki: WSOY.

Partanen, Juhani. 2014. ENMG-tutkimuksen kliininen käyttö. Suomen lääkärilehti. Viitattu: 22.2.2017, <http://www.laakarilehti.fi.ezproxy.turkuamk.fi/tieteessa/katsausartikkeli/enmg-tutkimuksen-kliininen-kaytto/>.

Rentola, M. 2006. Hyvä opas. Teoksessa Jussila, R.; Ojanen, E. & Tuominen, T. (toim.) 2006. Helsinki: Kansanvalistusseura, 92-107.

Rubin, D.I. & Daube, J.R. 2011. Application of Clinical Neurophysiology: Assessing Peripheral Neuromuscular Symptom Complexes. Teoksessa Daube, J.R. & Rubin, D.I. (toim.) Clinical neurophysiology. 3. painos. Oxford: Oxford University Press, 801-837. Viitattu: 14.4.2017, [https://turkuamk.finna.fi/Record/nelli26\\_tu-amk.2670000000040854](https://turkuamk.finna.fi/Record/nelli26_tu-amk.2670000000040854).

Sorenson, E.J. 2011. Sensory Nerve Action Potentials. Teoksessa Daube, J.R. & Rubin, D.I. (toim.) Clinical neurophysiology. 3. painos. Oxford: Oxford University Press, 239-256. Viitattu: 29.3.2017, [https://turkuamk.finna.fi/Record/nelli26\\_tu-amk.2670000000040854](https://turkuamk.finna.fi/Record/nelli26_tu-amk.2670000000040854).

Toimintakertomus. 2015. Kliininen neurofysiologia. Viitattu: 20.12.2016.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2017. Hyvä tieteellinen käytäntö. Viitattu: 22.2.2017, <http://www.tenk.fi/fi/htk-ohje/hyva-tieteellinen-kaytanto>.

Vanhatalo, S. & Soinila, S. Kliinisen neurofysiologian tutkimukset. Teoksessa Soinila, S.; Kaste, M.; Somer, H. & Alaranta, H. Neurologia. Helsinki, Duodecim. Viitattu: 27.4.2017, <http://www.oppiportti.fi/op/neu00328/do>.

Vilkka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Kustannus-osakeyhtiö Tammi.

Virtuaali ammattikorkeakoulu. 2017. Viitattu: 15.4.2017, <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/030906/1113558655385/1154602577913/1154670359399/1154756862024.html>.

Watson, J.C. & Daube, J.R. 2011. Compound Muscle Action. Teoksessa Daube, J.R. & Rubin, D.I. (toim.) Clinical neurophysiology. 3. painos. Oxford: Oxford University Press, 328-367. Viitattu: 29.3.2017, [https://turkuamk.finna.fi/Record/nelli26\\_tu-amk.2670000000040854](https://turkuamk.finna.fi/Record/nelli26_tu-amk.2670000000040854).

# Tutkimuslupa

VARSINAIS-SUOMEN SAIRAANHOITOPIIRI		TUTKIMUSLUPAHAKEMUS	1 / 3
Tällä lomakkeella haetaan sairaanhoitopiirin tutkimuslupaa. Jos kyseessä on rekisteritutkimus tai aikaisemmin kerätystä näytteistä tehtävä tutkimus käytetään lomaketta YHT 52a.			
TurkuCRC täyttää			
Lupapäätösnumero	Lupa myönnetty ajalle	Tutkimuksen projektinnumero	
5/16 WNF	2016 - 2017	_____	
1. Tutkimusnumero			
T325/2016 (Esim. T1/2015)			
<input checked="" type="checkbox"/> Uusi tutkimus <input type="checkbox"/> Muutos vanhaan tutkimuslupaan. Mitä muutos koskee?			
2. Tutkimuksen nimi			
Opas ääreishermoston tutkimiseen ENMG-tutkimuksella			
Tutkimuksen lyhenne/koodi (pakollinen tieto)			
<input type="checkbox"/> Tutkijalähtöinen tutkimus <input checked="" type="checkbox"/> Toimeksiantajalähtöinen tutkimus, toimeksiantaja Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri, Tyks-Sapa-Liikelaitos, Kliinisen neurofysiologian tulosyksikkö			
3. VSSHP:n vastuullinen tutkija			
(Nimi, toimialue, sähköposti, puhelinnumero)			
Yhteysthenkilö			
(Nimi, sähköposti, puhelinnumero)			
4. Tutkimuksen aikataulu vuosina (lupa myönnetään pääsääntöisesti enintään viideksi vuodeksi)			
2016 - 2017			
5a. Tutkittavien arvioitu lukumäärä VSSHP:ssä			
0			
5b. Normaalihoitoon kuulumattomien tutkimuskäyntien lukumäärä/tutkittava			
0			
6. Sisäiset ostopalvelut			
<input type="checkbox"/> Tykslab <input type="checkbox"/> Varsinais-Suomen kuvantamiskeskus <input type="checkbox"/> Patologia <input type="checkbox"/> VS lääkehuolto <input type="checkbox"/> Kliininen neurofysiologia			
<input type="checkbox"/> Tyks mikrobiologia ja genetiikka <input type="checkbox"/> Kliininen fysiologia <input type="checkbox"/> PET-keskus <input type="checkbox"/> Kliininen tietopalvelu <input type="checkbox"/> muu, mikä			

VARSINAIS-SUOMEN SAIRAANHOITOPIIRI		TUTKIMUSLUPAHAKEMUS	2 / 3
<b>7. Kustannukset</b>			
<input type="checkbox"/> Kustannukset katetaan jo olemassa olevilta projektinumerolta _____ (esim. 17065 tai 13705). <input type="checkbox"/> Tutkimukselle perustetaan uusi projektinnumero. <input checked="" type="checkbox"/> Ei tutkimuksesta aiheutuvia kustannuksia, jotka laskutettaisiin VSSH:n projektinumeron kautta.			
<b>8. Lyhyt selvitys toimialueen resurssien käytöstä (tarvittaessa liitteenä)</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Käytetään VSSH:n tiloja tai laitteita. Mitä ja kenen kanssa asiasta on sovittu? <input type="checkbox"/> Tarvitaan tutkimukseen kuulumattoman henkilökunnan (esim. sihteerien) työpanosta. <input type="checkbox"/> Käytetään VSSH:n muita resursseja.			
Lisää selvitys kaikista valituista kohdista.			
<p>Kliinisen neurofysiologian yksikön tiloja käytetään valokuvien ottamiseen. Kliinisen neurofysiologian yksikön kirjaston käytetään lähde-materiaalin keruussa. Sovittu ohjaajien kanssa.</p>			
<b>9. Muut tutkimukseen osallistuvat tutkijat</b> (Nimi, toimialue)			
<b>10. Opinnäytetyön tai väitöskirjan suorittaja</b> (Nimi, sähköpostiosoite, puhelinnumero)			
Ohjaajat			
<b>11. Tutkimuksen/ opinnäytetyön ala</b>			
<input type="checkbox"/> lääketiede, erikoisala: <input type="checkbox"/> hammaslääketiede <input checked="" type="checkbox"/> hoitotiede/hoitotyö, Valitse painopistealue <i>Bioanalytiikan koulutusohjelma</i> <input checked="" type="checkbox"/> olen ollut yhteydessä yksiköihin, jossa alan opinnäytetyön suorittaa <input type="checkbox"/> muu, mikä			
<b>12. Onko tutkimus rekisteröity julkiseen tutkimusrekisteriin (ClinicalTrials.gov)?</b>			
<input type="checkbox"/> Kyllä, NCTnumero _____ <input checked="" type="checkbox"/> Ei, miksi? <input checked="" type="checkbox"/> kyseessä ei ole interventiotutkimus <input type="checkbox"/> muu syy, mikä			
<b>LIITTEET</b>			
<input type="checkbox"/> kustannuserittely (valmis excel-pohja tai vapaamuotoinen) <input checked="" type="checkbox"/> tutkimussuunnitelma tai sen yhteenveto <input type="checkbox"/> sisäiset osapuolveluopimukset <input type="checkbox"/> tutkimussopimus ja/tai muu rahoituspäätös <input type="checkbox"/> eettisen toimikunnan puoltava lausunto <input type="checkbox"/> Fimean käsittelyilmoitus		<input type="checkbox"/> Valviran lupa <input type="checkbox"/> THL:n lupa <input type="checkbox"/> Muu viranomainen, mikä <input type="checkbox"/> tieteellisen tutkimuksen rekisteriseloste	

**VARSINAIS-SUOMEN  
SAIRAANHOITOPIIRI**

TUTKIMUSLUPAHAKEMUS

3 / 3

**Vastuullisen tutkijan allekirjoitus**

Allekirjoituksellani sitoudun noudattamaan VSSHP:n terveystieteellisen tutkimuksen ohjeistoa (www.turkucrc.fi) sekä hyvää tutkimustapaa ja tieteellistä käytäntöä. Mahdolliset epäilyt hyvän tieteellisen käytännön loukkaamisesta käsitellään noudattaen Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjetta "Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa (www.tenk.fi).

Päiväys: 25.12.2016

Allekirjoitus: 

Nimenselvennys: MATEO BJERN

Virka/toimi: PÄÄTOIMINEN TUTKIJAPÄTTÄJÄ

**Lomake toimitetaan liitteineen TurkuCRC:hen (rakennus 9, 2 kerros)**

TurkuCRC toimittaa lomakkeen puolettavaksi ja hyväksyttäväksi. Saatte lupapäätöksen sähköpostiinne.

**Toimialueen, palvelualueen, tulosalueen tai liikelaitoksen  
TUTKIMUKSEN JA OPETUKSEN VASTUUHENKILÖN PUOLTO**

Päätösnumero: Turku 21/12/16

Päiväys:

Allekirjoitus: 

Nimenselvennys: Erkki Eerola

**Toimialueen, palvelualueen, tulosalueen tai liikelaitoksen johtajan päätös  
tai johtajaylilääkärin päätös, VSSHP:n tutkimuslupa**

Päätösnumero:

Päiväys: 27.12.2016

Allekirjoitus:

Nimenselvennys:   
Helena Luotolinnu-hybeck

**Jakelu:**

- vastuullinen tutkija
- tutkimuksen puoltanut tutkimuksen ja opetuksen vastuuhenkilö
- tarjouksen antaneet palveluyksiköt
- taloushallinnon palvelukeskus
- yhteyshenkilö
-