

Jonna Aro

Heidi Kirvesmäki

KÄDEN POSTOPERATIIVINEN
KUNTOUTUS
HERMOVAURION JÄLKEEN

Opinnäytetyö
Fysioterapeuttikoulutus


Joulukuu 2014




MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <b style="font-size: 2em; margin-left: 10px;">MAMK University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 12.12.2014	
Tekijät Jonna Aro Heidi Kirvesmäki	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Fysioterapeuttikoulutus	
Nimeke Käden postoperatiivinen kuntoutus hermovaurion jälkeen		
Tiivistelmä <p>Hermovaurion postoperatiivinen kuntoutus on moninainen prosessi. Jotta fysioterapeutti pystyy suunnittelemaan kuntoutusprosessin sisällön harjoitteineen ja valitsemaan oikeat terapiamuodot, on hänen ymmärrettävä käden anatomia ja toiminta sekä vaurion vaikutukset siihen.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoitus on selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat käden hermovaurion postoperatiiviseen kuntoutukseen ja vaurion paranemisennusteeseen sekä millainen on kuntoutuspolku kaikkine mahdollisuuksineen hermovaurioleikkauksen jälkeen.</p> <p>Opinnäytetyömme toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, jossa selvitettiin hermokudoksen anatomiaa sekä käden alueen hermotusta. Lisäksi fysioterapian kannalta koottiin olennaista tietoa hermovaurioiden syntymekanismeista, kirurgisen hoidon pääpiirteistä, hermon uusiutumiseen liittyvistä tekijöistä sekä kuntoutuksesta. Teoriaosuuteen koottiin tämän hetken näyttöön perustuvaa tietoa suomen- ja englanninkielisiä artikkeleita, kirjallisuutta sekä tutkimuksia. Teorian pohjalta tehtiin syventäviä asiantuntijahaastatteluja fysioterapeuteille ja toimintaterapeuteille. Tällöin kirjallisuuskatsauksessa löydettyä tietoa pystyttiin täydentämään ja myös käytännön näkökulma saatiin opinnäytetyöhön myös esille.</p> <p>Opinnäytetyö on tehty Mikkelin ammattikorkeakoulun Savonlinnan kampuksen palveluyksikkö Elixiriin käyttöön. Opinnäytetyö toimii ensisijaisesti opetusmateriaalina fysioterapiaopiskelijoille, mutta uskomme, että siitä hyötyvät myös fysio- ja toimintaterapeutit, jotka työskentelevät hermovaurion postoperatiivisen kuntoutuksen parissa.</p>		
Asiasanat (avainsanat) hermo, hermovaurio, käsi, kuntoutus, asiantuntijahaastattelu		
Sivumäärä 65 sivua + 3 liitettä	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Anne Henttonen Merja Reunanen	Opinnäytetyön toimeksiantaja Mikkelin ammattikorkeakoulu, Savonniemen kampus, Elixiri	

DESCRIPTION

		Date of the bachelor's thesis 12 December 2014
Authors Jonna Aro Heidi Kirvesmäki		Degree program and option Degree programme in Physiotherapy
Name of the bachelor's thesis Hand's postoperative rehabilitation of the nerve damage		
Abstract <p>The postoperative rehabilitation of nerve damage is a multifold process. In order to plan a rehabilitation program with exercises and choose the right therapy, the physiotherapist must understand the anatomy and function of the hand and how it is influenced by nerve damage.</p> <p>The purpose of this thesis is to find out which factors have an influence to the postoperative rehabilitation of the hand after nerve damage and to the prognosis of recovery, as well as the possibilities of designing a rehabilitation programme for a patient after a nerve damage operation.</p> <p>The thesis was executed as a literature review. Nerve tissue anatomy and nerves of the arm were examined. Also the main points of physiotherapy, the leading causes of nerve damage, the main characteristic of surgical treatment, factors of nerve regeneration, and nerve rehabilitation programs were researched. The literature review covers evidence-based, Finnish and English language articles, literature and researches. The theoretic background formed the basis for conducting interviews with experts such as physiotherapists and occupational therapists. This allowed a deeper understanding of the topic while giving the thesis a practical perspective as well.</p> <p>The thesis is made to be used in Elixiri, the Center of Welfare Services at the Savonniemi Campus of Mikkeli University of Applied Sciences. The primary purpose is to offer study material for physiotherapy students but it can be useful to physiotherapists and occupational therapists who work with postoperative rehabilitation clients after nerve damage in the hand.</p>		
Subject headings, (keywords) nerve, nerve injury, hand, rehabilitation, interview with expert		
Pages 65 pages + 3 appendices	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Anne Henttonen Merja Reunanen		Bachelor's thesis assigned by Mikkeli University of Applied Sciences, Savonniemi campus, Elixiri

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TOTEUTUS	3
2.1	Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimusongelmat	3
2.2	Käytetyt tutkimusmenetelmät ja aineistonkeruu	3
3	HERMOSTON RAKENNE JA TOIMINTA KÄDEN ALUEELLA.....	7
3.1	Hermokudos.....	8
3.2	Hermoimpulssin johtuminen	11
3.3	Käden hermotus	11
4	HERMON VAURIOITUMINEN	17
4.1	Hermovaurioiden luokittelu.....	18
4.2	Diagnostiikka ja tutkiminen.....	21
4.2.1	Nervus radialis	27
4.2.2	Nervus medianus.....	28
4.2.3	Nervus ulnaris	28
5	HERMOVAURION KIRURGINEN HOITO.....	30
6	HERMOVAURION PARANEMISPROSESSI JA ENNUSTE.....	34
6.1	Hermon paranemiseen vaikuttavat sisäiset tekijät	35
6.2	Hermon paranemiseen vaikuttavat ulkoiset tekijät.....	36
6.3	Ennuste	37
7	HERMOVAURION POSTOPERATIIVINEN KUNTOUTUS	38
7.1	Kuntoutusprosessin vaiheet	41
7.2	Kuntoutuksen keinot.....	44
8	POHDINTA	53
8.1	Tulokset	53
8.2	Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys	55
8.3	Opinnäytetyöprosessi ja oma oppiminen.....	56
	LÄHTEET	59

LIITTEET

- 1 Haastattelulupa
- 2 Haastattelun runko
- 3 Tutkimukset

1 JOHDANTO

Ihmisen käsi ei ole pelkästään työväline, vaan sillä on myös suuri merkitys meidän jokapäiväiseen elämäämme ja hyvinvointiimme. Tämä kehomme osa yhdistää meidät ympäröivään maailmaan tuntoaistin avulla ja sen ansiosta voimme ilmaista itseämme esimerkiksi musisoiden tai maalaamalla. Käden iholla olevien mekanoreseptoreiden eli aistireseptoreiden avulla aistimme painetta, värinää ja venytystä. Sen hienomotorinen toimintakyky ja sensorinen toiminta tekevät siitä erityisen ”tuntoelimen”, joka on tiiviisti yhteydessä aivojemme kanssa. Jotta viestinvälitys käsien ja aivojen välillä toimii, on hermojen oltava kunnossa. (Lundborg & Rosén 2007.) Hermovauriolla on merkittävät vaikutukset ihmisen kykyyn käyttää kättä, ei vain lääketieteellisestä näkökulmasta, vaan myös ihmisen koko sosiaalista toimintaa ajatellen (Waldram 2003, 80). Oikea-aikaisella hermon korjausleikkauksella, perusteellisella tutkimisella ennen ja jälkeen leikkauksen sekä kuntoutuksella voidaan mahdollistaa mahdollisimman onnistunut tulos (Ryu ym. 2011, 174).

Akuutit ääreishermovauriot käden alueella ovat yleisiä (Flannery ym. 2014, 230). Ladin ym. (2010, 953) mukaan tyypillinen ääreishermovaurion (peripheral nerve injury, PNI) saanut henkilö on 18–44-vuotias mies. Hermovammat voivat aiheuttaa lihasepätasapainoa, mikä puolestaan taas haittaa esimerkiksi käden liikuttamista ja tartuntaotetta. Mitä nopeammin hermovaurio korjataan, sitä parempi on lopputulos. (Ryu ym. 2011, 178.) Moniammatillinen yhteistyö on käsikirurgiassa tärkeää ja kirurgin kanssa tiivistä yhteistyötä tekevät muun muassa fysioterapeutti sekä toimintaterapeutti, joiden työnkuva saattaa joskus hoitopaikasta riippuen olla melko samantapainen (Panula 2009; Stokes 1998, 125). Lundborg ja Rosén (2007, 208) toivat esiin Rosbergin ym. (2005) tekemän tutkimuksen, jonka mukaan medianushermon vaurio, sen leikkaus ja kuntoutus maksavat Ruotsissa kokonaisuudessaan yli 51 000 euroa.

Opinnäytetyössämme oleva tapausesimerkki herätti molempien mielenkiinnon hermovaurioita kohtaan. Aiheen vähäinen käsittely opinnoissamme sai meidät etsimään tietoa hermovaurioiden postoperatiivisesta fysioterapiasta ja havaitsimme, että aiheesta löytyi suomeksi tietoa niukasti. Lisäksi opinnäytetöitä läpi kahlatessa huomasimme, että ääreishermovaurioista ei fysioterapian näkökulmasta ole aiempia opinnäytetöitä. Ainut löytämämme ääreishermovaurioihin ja sen kuntoutukseen liittyvän opinnäyte-

työn ovat tehneet toimintaterapeutit Koivisto & Lehtonen vuonna 2013 aiheesta Lap-
sen käden perifeerinen hermovaurio: Tuntopuutos ja sen kuntouttaminen. Siispä ha-
lusimme ottaa haasteen vastaan ja koota opinnäytetyöhömmme hermovaurioiden pää-
piirteet ja tärkeät huomioon otettavat asiat fysioterapian näkökulmasta. Rajasimme
opinnäytetyömme koskemaan käden kolmea päähermoa olkanivelestä distaalisesti,
sillä hartiapunoksen käsitteleminen olisi laajentanut opinnäytetyötämme liiaksi. Lisäk-
si opinnäytetyössämme keskityimme käden hermovaurioon nimenomaan aikuisella
kuntoutujalla. Opinnäytetyö on tarkoitettu ensisijaisesti oppimateriaalin muodossa
fysioterapiaopiskelijoille, mutta myös fysioterapeuteille ja toimintaterapeuteille, jotka
työskentelevät hermovaurion postoperatiivisen kuntoutuksen parissa. Uskomme, että
hermovaurioihin jokainen fysioterapeutti tulee joskus työnsä kautta törmäämään,
työskentelivät he sitten minkä tahansa kuntoutujaryhmän parissa.

Hermovaurio on harvoin ainoa kuntoutukseen johtava syy, sillä se on yleensä osa laa-
ja-alaisempaa vauriokokonaisuutta esimerkiksi traumaan liittyen. Ilman hermoston
toimintaa ei lihaksiston kuntoutus ole mahdollista. Jo pienikin ääreishermoston osan
vaurioituminen voi aiheuttaa ihmiselle suuria haasteita arjessa selviytymiseen. Jotta
fysioterapeutit voivat toteuttaa parhaalla mahdollisella tavalla hermovaurion jälkeistä
kuntoutusta, on anatomian ja hermoston toiminnan ymmärtäminen välttämätöntä.
Näiden lisäksi yhtä tärkeää on myös tietää kuntoutusprosessiin vaikuttavat tekijät,
joita hyödyntämällä pyritään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen yhdessä kun-
toutujan ja muiden ammattilaisten kanssa. Oikean diagnoosin ja parhaan mahdollisen
kuntoutuksen edellytyksenä on käden anatomian ja sen hermotuksen hyvä tietämys
(Flannery ym. 2014, 230–231).

Huomasimme tietoa etsiessämme, että hermojen pinnetiloista löytyy paljon tutkimus-
tietoa, mutta erityisesti totaalista hermovauriosta ja siihen liittyvästä postoperatiivi-
sesta kuntoutuksesta tietoa oli saatavilla minimaalisesti. Novakin ja von der Heyden
(2013) mukaan vielä ei ole tehty lainkaan sellaista tutkimusta, jossa olisi tutkittu eri-
tyisesti vertaillen hermosiirrännäisten jälkeistä kuntoutusta ja sen vaikuttavuutta.
Opinnäytetyömme aiheen rajaaminen käden alueen hermovaurioihin pohjautui alusta-
viin tiedonhakuihin aiheesta sekä taustalla olevaan tapausesimerkkiin. Ta-
paisesimerkki kulkee opinnäytetyön kuntoutusosuudessa mukana antaen lukijalle
aiheesta käytännön kosketuksen.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Mikkelin ammattikorkeakoulun Savonniemen kampuksen palveluyksikkö Elixiri. Elixirissä fysioterapia-, jalkaterapia- ja sairaanhoitajaopiskelijat tarjoavat asiakkaille alasta riippuen erilaisia palveluja.

2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TOTEUTUS

2.1 Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimusongelmat

Opinnäytetyömme tarkoituksena on koota tämänhetkistä näyttöön perustuvaa tietoa hermovaurion jälkeisestä kuntoutuksesta sekä lisäksi täydentää tätä tietoa käytännön kokemuksilla fysioterapeuttien ja toimintaterapeuttien haastattelujen avulla. Kirjallisuuskatsaus on koottu sekä suomen- että englanninkielisen kirjallisuuden, tutkimusten ja artikkelien pohjalta. Tapausesimerkin avulla käymme läpi näyttöön perustuvia ja käytännön kokemuksen kautta esiin tulleita hermovaurion postoperatiivisen kuntoutuksen pääpiirteitä.

Tutkimusongelmat:

1. Mitkä tekijät vaikuttavat käden hermovaurion postoperatiiviseen kuntoutukseen ja vaurion paranemisennusteeseen?
2. Miten kuntoutusprosessi etenee käden hermovaurion jälkeen?
3. Mitä käden hermovaurion postoperatiivinen kuntoutusprosessi sisältää?

2.2 Käytetyt tutkimusmenetelmät ja aineistonkeruu

Kirjallisuuskatsaus on kirjoittajan analyttisesti toteuttama aiemman tiedon hankintatapa. Tietyn aihealueen aikaisemmin tehdyt tutkimukset käydään läpi, arvioidaan, vertaillaan, luokitellaan ja niistä poimitaan keskeiset tulokset ja väittämät. Kirjallisuuskatsauksen avulla sekä opinnäytetyön tekijät, että lukijat saavat tietoa aihealueen aiemmista tutkimuksista ja niiden tuloksista, joten se toimii uuden tutkimuksen teon apuvälineenä esimerkiksi aiheen rajausta ajatellessa. (Turun yliopisto 2014.) Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena voi Salmisen (2011, 3) kokoaman opetusjulkaisun mukaan olla muun muassa aiemman teorian arvioiminen ja kehittäminen sekä uuden luominen. Lisäksi kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan tietystä aihekokonaisuudesta rakentaa

kokonaiskuva, auttaa ongelmien tunnistamisessa mutta myös kuvata tietyn aihealueen historiallista kehitystä.

Aineistonkeruu aloitettiin suomalaisen kirjallisuuden kartoittamisella aihealueestamme. Kävimme lisäksi läpi kaikki Fysioterapia-lehdet vuodelta 1999 lähtien. Tämän jälkeen etsimme tietoa eri tietokannoista, kuten PEDrosta, Pubmedistä, Elsevier SD Freedom Collectionista, Academic Search Elitestä, TamPub:sta ja ProQuest:sta, Nelliportaalista sekä Melindasta. Tietokannoista etsimme tutkimuksia, kirjallisuuskatsauksia, tapauselostuksia ja muita arvostetuissa tieteellisissä lehdissä olleita julkaisuja, jotka vaikuttivat julkaisupaikkansa tai kirjoittajan puolesta luotettavilta. Lähteitä valittaessa pyrkimyksenämme oli käyttää mahdollisimman tuoreita, mielellään 2000-luvun julkaisuja ja ajankohtaisia näkökulmia.

Hakusanoina käytimme esimerkiksi ”hermovaurio”, ”kuntoutus”, ”hand surgery”, ”nerve”, ”nerve regeneration” ja ”nerve repair”. Aluksi tiedonhankinta eri tietokannoista tuntui haastavalta, sillä hakusanat olivat näin jälkikäteen ajatellen varsin suppeat. Lopullisen aihealue-valinnan jälkeen aiheeseen syvällisemmin tutustuttuamme laajensimme hakua ja lisäsimme sanoiksi esimerkiksi ”nerve damage”, ”nerve injury”, ”peripheral nerve”, ”nerve graft”, ”hand function”, ”rehabilitation” ja ”nerve recovery”. Lisäksi esimerkiksi sanat ”plastic surgery” tulivat hakusanoihin mukaan vasta, kun opimme ja ymmärsimme, että maailmalla käsikirurgia kulkee yleisesti plastiikkakirurgian alaisuudessa, joten näin ollen näitä hakusanoja kannatti käyttää ”hand surgery”-sanojen sijaan. Suomessa kun käsikirurgia tunnetaan jo omana kirurgian alalajina toisin kuin yleisesti muualla maailmassa.

Aluksi teimme artikkelien hakua suomalaisista hakukoneista, kuten esimerkiksi Tampub:ista ja Melindasta, sillä ajattelimme, että alussa uuden tiedon sisäistäminen olisi helpompaa, mikäli kielimuuria ei lisähaasteena olisi. Pian kuitenkin huomasimme suomenkielisten lähteiden haun olevan melko turhaa, sillä käden ääreishermoveuroista ei löytämämme perusteella suomeksi ole tehty ainuttakaan väitöstutkimusta tai muuta vastaavaa. Esimerkiksi Melindasta löytyi ainoastaan yksi tarpeeton hakutulos hakusanalla ”hermovaurio”, ja 8414 tulosta sanalla ”kuntoutus”, mutta nämä sanat yhdistämällä tuloksia ei tullut ainuttakaan. Koska suomenkielisiä lähteitä ei opinnäyte-

työhömmä tällä tavoin löytynyt, siirryimme kahlaamaan jo melko varhaisessa vaiheessa läpi englanninkielisiä hakukoneita ja lähteitä.

Ulkomaalaisissa hakukoneissa alussa käyttämämme hakusanat tuottivat tuhansien hakutuotosten tulokset, mutta juuri opinnäytetyöhömmä liittyvät hyödylliset tutkimukset ja artikkelit tuntuivat olevan kiven alla. Esimerkiksi ScienceDirect- hakukoneella hakusana ”nerve repair” tuotti yli 90 tuhatta tulosta sekä ”nerve graft” yli 60 tuhatta tulosta. Lundborgin & Rosénin artikkeliin pääsimme käsiksi Academic Search Eliten kautta. Haimme hakusanoilla ”nerve regeneration”, ”nerve repair” ja ”hand function” vuosien 2000–2014 välillä julkaistuja artikkeleja, joista löytyisi tekstit kokonaisuudessaan (full text). Hakutuloksia tuli yhteensä 7722 kappaletta tälläkin hakuyhdistelmällä, mutta onneksemme kyseinen artikkeli osui otsikkonsa puolesta nopeasti silmään. Paljon käyttämämme ja samalla parhaan hakusanoihimme vastineet antanut hakukone oli Pubmed. Vaikka hakutuloksia oli tuhansia esimerkiksi hakusanoilla ”nerve damage”, ”rehabilitation” ja ”nerve regeneration”, löysimme Pubmedistä hyviä lähteitä jo vastaan tulleiden artikkelien kautta, sillä tässä hakukoneessa on mahdollisuus löytää jonkin tietyn artikkelin kanssa saman aihealueen samansuuntaisia julkaisuja.

Haastetta lisäsi se, että monet aiheitamme koskevat tutkimuksista oli testattu hiirille ja rotille. Aluksi suljimme ne kokonaan pois, vaikkakin myöhemmin uudelleen niihin törmätessämme ja aiheymmärryksemme jo hieman kasvettua, hyödynsimme niistä esiin noussutta tietoa. Tutkimuksia, joissa on tutkittu erityisesti sähkön vaikutuksista ihmisille, on saatavilla vielä hyvin vähän, joten näin ollen opinnäytetyömmä asiantuntijahaastatteluiden arvo korostuu entistä enemmän.

Opinnäytetyömmä tutkimuksessa käytimme kvalitatiivista eli laadullista tutkimusmenetelmää asiantuntijahaastatteluiden muodossa. Kun tutkimuksella halutaan koota ja tuottaa kokemukseen perustuvaa tietoa, on aineistonkeruu mielekäästä tehdä haastattelujen avulla. Laadullisessa tutkimuksessa haastattelun perusmuoto on yleensä avoin kysymys tai jokin tietty tema. Lisäksi laadullisen tutkimuksen tuotos on ilmiäsultaan usein tekstimuotoista, eikä siihen kuulu numeraalinen havaintomatriisi. Aineistonkeruun menetelmänä haastattelu on sellainen, jossa tutkija osallistuu niin ikään vuorovaikutteisesti aineiston tuottamiseen. Haastattelun avulla saatu tieto voidaan tallentaa erilaisin tavoin, muun muassa videoimalla, äänittämällä, tai kuten me tutkimuksemme

toteutimme, täyttämällä lomake tai tekemällä muistiinpanoja. (Jyväskylän yliopisto 2014; Tilastokeskus 2014.)

Asiantuntijahaastattelulla (elite interviewing) tarkoitetaan sellaista erikoistapausta, jolloin haastateltavat on ennalta erityisesti valittu. Tyypillisesti asiantuntijat ovat omalla alallaan tunnustettuja, hyvin koulutettuja ja vaikutusvaltaisia henkilöitä. Asiantuntijahaastatteluiden tarkoituksena on koota haastateltavien hallussa olevaa erityistietämystä. Usein heiltä on mahdollista saada tietoa laajalti jostakin tietystä aihealueesta, sen historiasta ja tulevaisuuden näkymistä. Asiantuntijahaastatteluissa haasteensa asettaa koehenkilöiden tavoittaminen ja yhteisen ajan löytäminen haastattelua varten. (Anttila, Pirkko 2000, 233–236; Metodix 2014.)

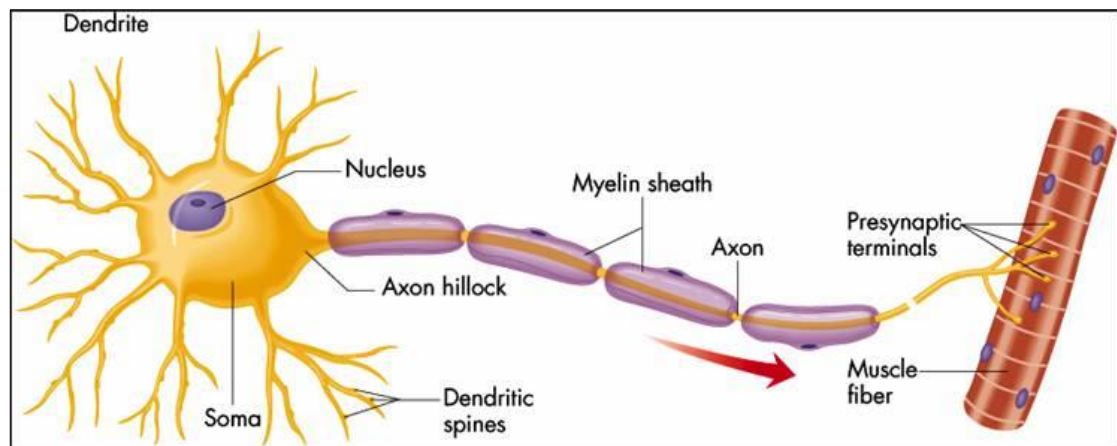
Valitsimme asiantuntijat heidän käytännön työkokemuksen perusteella, sillä jokaisella asiantuntijalla oli useamman vuoden, jopa vuosikymmenen, kokemus hermovauriopotilaiden parissa toimimisesta. Lisäksi he pääsääntöisesti työskentelevät sellaisen organisaation alaisuudessa, jolla on erityisosaamista opinnäytetyömme aihealueesta. Olimme onnekkaita saadessamme muilta asiantuntijoilta vinkkiä siitä, ketä kannattaa haastatteluihin lähteä kysymään ja kuka olisi sellainen henkilö, joka osaisi meille antaa aiheestamme lisätietoa. Asiantuntijahaastattelujen avulla keräsimme tietoa hermovaurion diagnostiikasta sekä postoperatiivisesta kuntoutuksesta, sillä tutkimustietoa erityisesti kuntoutuksen osalta oli rajallisesti tarjolla. Haastattelut perustuivat vapaaehtoisuuteen. Haastattelut toteutimme avoimin kysymyksin, jolloin haastateltavat pystyivät kertomaan ajatuksistaan laajemmin. Avoimet kysymykset oli laadittu etukäteen aiemmin kerätyn teorian pohjalta. Vastausten pohjalta analysoimme ja koostimme teoriaosuuteen peilaten asiantuntijoiden kokemustiedon.

Jokaisen asiantuntijan haastattelu oli sovittu alustavasti joko kasvotusten tai puhelimitse ja haastattelut toteutettiin mahdollisuuksista riippuen kasvotusten, puhelimen tai sähköpostin välityksellä. Koko prosessin aikana pääsimme haastattelemaan kolmea fysioterapeuttia ja neljää toimintaterapeuttia. Tapausesimerkkimme tiedot olemme keränneet haastatteluiden sekä potilas- ja kuntoutuskertomuksien pohjalta. Tapausesimerkkimme tarina kulkee opinnäytetyössämme mukana laatikoissa kursivoitulla tekstillä. Asiantuntijoiden ja tapausesimerkkihenkilön saaminen opinnäyte-

työhömmö mukaan sujui kivuttomasti ja jokainen tuntui olevan aidosti kiinnostunut sekä tuotoksestamme, että koko prosessin kulusta.

3 HERMOSTON RAKENNE JA TOIMINTA KÄDEN ALUEELLA

Hermoston tehtävänä on välittää viestejä nopeasti solujen välillä ja vastata luustolihas- ten toiminnan säätelystä. Lisäksi hermosto ottaa vastaan reseptoreiden kautta tulevat tiedot kosketuksesta, kivusta ja paineesta, käsittelee ne, ja toimii näiden tietojen vies- tinviejänä. Hermoissa tieto kulkee sähköimpulssein hermosolusta hermosyitä pitkin kohti kohdesolua (kuva 1). Hermoston reaktionopeus perustuu hermoimpulssien joh- tumisnopeuteen, sillä hermosolut ovat keskenään tiiviisti yhteydessä. Hermoimpulssin kulkusuunnan mukaan hermosolut jaotellaan afferentteihin ja efferentteihin. Afferentit toimivat viestintuojina reseptoreista keskushermostoon päin. Efferentit vievät viestin keskushermostosta pois päin. Efferentit voidaan yleisesti myös ajatella motorisiksi ja afferentit sensorisiksi hermosoluiksi. Viestit kulkevat motorisia hermosyitä pitkin ja ne säätävät lihasten ja rauhasien aktivaatiota. (Haug ym. 2009, 101–102; Hiltunen 2010, 221; Menorca ym. 2013, 317; Potilasohje–Ihotunnon yliherkkyyden karaisuhoi- to-ohjelma 2011; Sovijärvi ym. 2012, 24.)



KUVA 1. Aktiopotentiaalin kulku (The Neuron and the Action Potential: An Overview 2014)

Hermosto voidaan jakaa sen rakenteen ja toiminnan mukaan. Rakenteellisesti hermos- tossa on sekä keskushermosto eli sentraalinen hermosto, että ääreishermosto eli peri- feerinen hermosto. (Leppäluoto ym. 2013, 382–383.) Aivot sekä selkäydin muodosta-

vat keskushermoston. Selkäydinhermot, aivohermot ja autonomisen hermoston perifeeriset osat muodostavat puolestaan ääreishermoston. (Sand ym. 2013, 105–106.)

TAULUKKO 1. Hermostonrakenne (mukaillen Leppäluoto ym. 2008, 392–393)

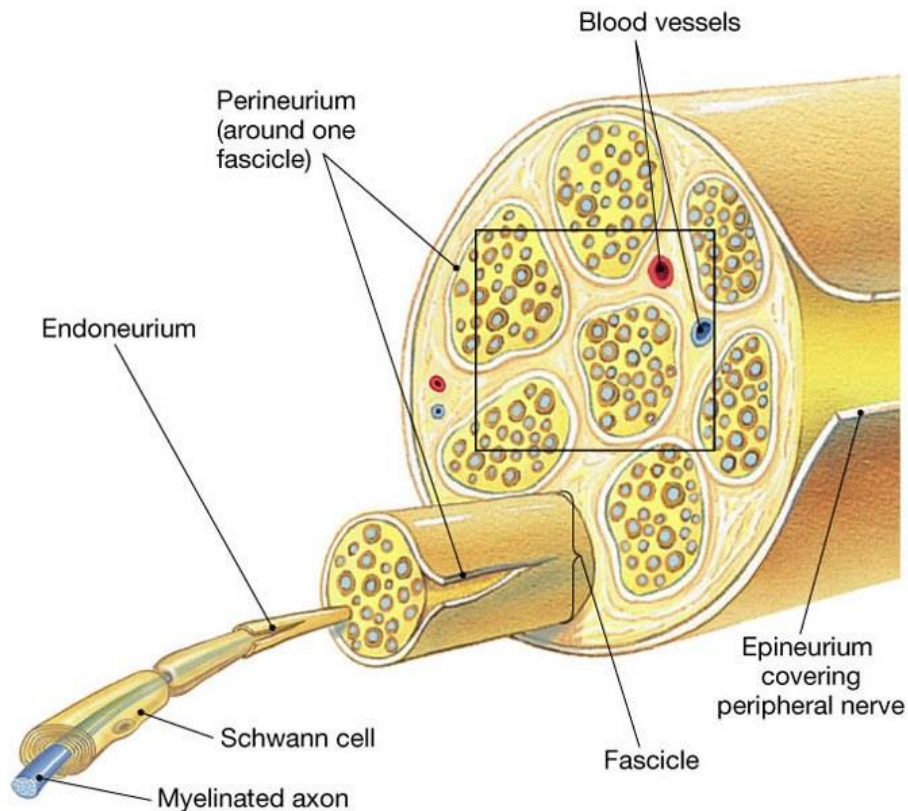
HERMOSTO			
Ääreishermosto eli perifeerinen hermosto		Keskushermosto eli sentraalinen hermosto	
autonominen hermosto	somaattinen hermosto	aivot	selkäydin
↙ ↘ parasympaattinen sympaattinen	↙ ↘ sensorinen motorinen		

Toiminnallisesti jaettuna ääreishermosto koostuu autonomisesta ja somaattisesta hermostosta. Autonominen hermosto toimii tahdosta riippumatta ja se ohjaa pääasiassa sydäntä, sileää lihaksistoa ja rauhasen toimintaa. Autonominen hermosto jaetaan sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon (taulukko 1). Parasympaattinen hermosto aktivoituu pääsääntöisesti levossa ja sympaattinen hermosto fyysisessä ja psyykkisessä rasituksessa. Somaattinen hermosto jaetaan sensoriseen ja motoriseen hermostoon. Motorinen hermosto toimii tahdosta riippuen ja sen tehtävänä on luustolihasen toiminnan säätely. Sensorinen hermosto muodostuu aistinsoluista tulevista sensorisista hermosyistä, jotka vievät viestin keskushermostoon päin. (Leppäluoto ym. 2013, 382–383; Nienstedt ym. 2006, 517–518; Sovijärvi ym. 2012, 24.)

3.1 Hermokudos

Hermo on ihmisen pisin solu (Mustaniemi 2010, 255). Kynärvarren ja ranteen alueella olevat hermot ovat läpimitaltaan keskimäärin 5-10 millimetriä ja sormissa noin 2-3 millimetriä (Practical Plastic Surgery for Nonsurgeons 2007).

Hermokudos on rakenteeltaan monikerroksinen (kuva 2). Endoneurium ympäröi yksittäistä hermosäiettä ja useampi hermosäie muodostaa yhdessä faskikuluksen. Tiivis sidekudos, perineurium, ympäröi kaikkia faskikuluksia ja useamman faskikuluksen sekä niitä ravitsevien verisuonien ja sidekudosten joukko muodostaa hermorungon. Tämän hermorungon ympärillä on löyhän sidekudoksen muodostama epineurium. (Mustaniemi 2010, 255.)

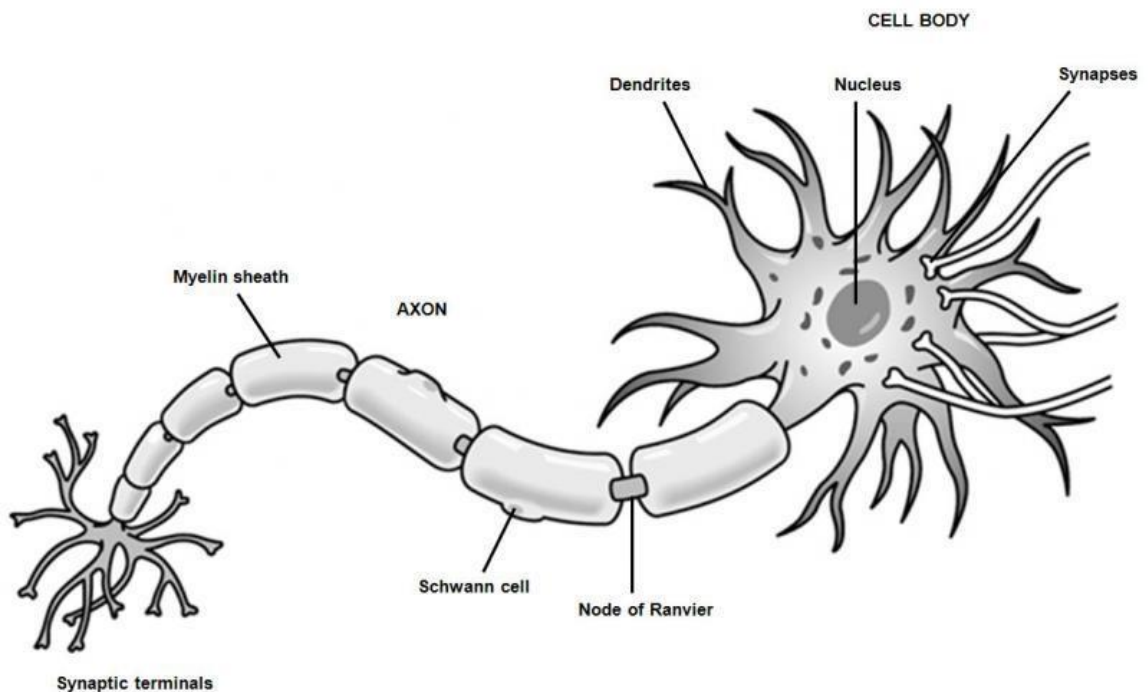


KUVA 2. Hermorungon rakenne (Spinal Cord, Spinal Nerves and Autonomic Nervous System 2014)

Hermokudos muodostuu varsinaisista hermosoluista, neuroneista, sekä hermotukisoluista eli gliasoluista. Hermosolujen soomat eli solukeskukset voivat sijaita joko keskushermostossa tai sen lähellä sijaitsevilla erillisillä hermossolmukkeilla eli ganglioilla. Keskushermoston soomista lähtee hermosolun jatkeita, hermosyitä, jotka muodostavat hermosykimppuja ja näistä muodostuu hermoja. Hermosyitä on kahdenlaisia, myeliinitupellisia ja myeliinitupettomia, joita enemmistö hermosyistä on. Myeliinitupettomissa hermosyissä aktiopotentiaali kulkee hitaammin kuin myeliinitupellisissa. Leppäluodon ym. mukaan (2013, 411) myeliinitupellisissa hermoisyyissä myeliinitupet saavat aikaan suuremman jännitteen ja korkeamman jännitteen vuoksi

hermoimpulssit kulkevat niissä nopeammin. Hitaampia hermosyitä sijaitsee autonomisessa hermostossa ja jonkin verran kipua välittävissä hermosyissä. Nopeat hermosyyt vastaavat motoriikasta sekä kosketus- ja asentotunnon viestien välityksestä. (Hiltunen ym. 2007, 135; Nienstedt 2006, 64; Tolonen 2002, 5.)

Hermostolussa eli neuronissa (kuva 3) on sooma, jossa sijaitsee tuma. Soomaan tulee yleensä useita tuojahaarakkeita, dendrittejä, ja siitä lähtee loppuosastaan haarautuva viejähaarake eli aksoni. Aksonista käytetään myös nimitystä hermosyy. Sooma on hermostosolun välttämätön keskus; siellä syntyvät rakenne-, ravinto- ja välittäjäaineet. Sensorisen hermon sooma sijaitsee selkäytimen takajuuren sensorisessa gangliossa, kun taas motoneuronin sooma selkäytimen etusarvessa. (Hiltunen ym. 2007, 185; Tolonen 2002, 5.)



KUVA 3. Neuronin rakenne (BrainHQ 2014)

Gliasoluja eli hermotukisoluja on monenlaisia. Keskushermostoalueen gliasoluja ovat esimerkiksi myeliinitupen muodostuksesta vastaavat oligodendrosyytit, vaurioituneen hermokudoksen arpikudoksen tuottajat astroosyytit ja keskushermoston solujätteen solunsyöjät eli mikroglia-solut. (Solunetti 2006.) Ääreishermostossa puolestaan esiintyy Schwannin soluja. Myeliinituppi muodostuu moninkertaisista Schwannin solukalvoista. (Nienstedt 2006, 68.) Hiltunen ym. mukaan (2007, 135) myeliinituppi sisältää vaaleita kalvolipidejä. Schwannin solut ovat 0,3-1,5 mm pitkiä ja myeliinituppien vä-

lissä on aina Ranvierin kurouma. Kaikissa hermosyissä ei ole myeliinituppea ja näitä myeliinitupettomia hermosyitä on pääasiassa autonomisen hermoston hermosyyt. Ääreishermoston myeliinitupellista aksonia ympäröi sidekudos, joka vahvistaa hermosyytä. (Nienstedt 2006, 68.)

3.2 Hermoimpulssin johtuminen

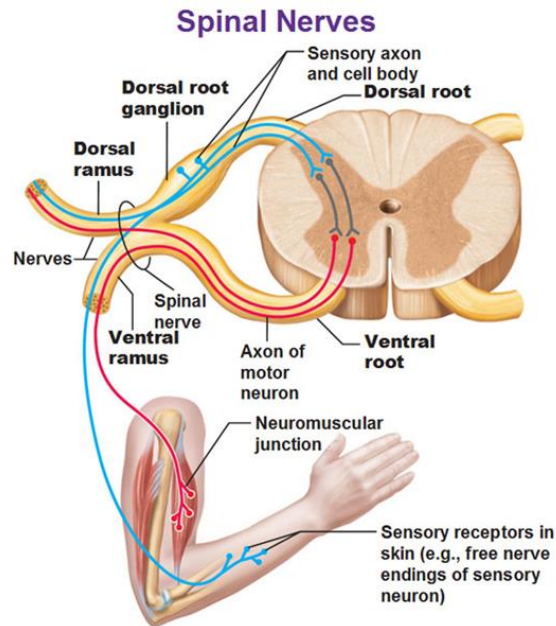
Hermoimpulssin eli aktiopotentiaalin kulku tapahtuu aksonia pitkin aina samaan suuntaan. Samassa hermosyissä ei voi kulkea hermoimpulsseja peräkkäin ilman solukalvon lepovaihetta, sillä natriumkanavien on ehdittävä sulkeutua hermoimpulssien välissä. Aktiopotentiaali syntyy jännitemuutoksista, kun solukalvon negatiivinen jännite muuttuu hetkellisesti positiiviseksi. Jotta hermoimpulssi syntyy, jännitemuutoksen tulee olla riittävän suuri. Muutoin aktiopotentiaali-reaktiota ei synny. Aktiopotentiaali on välttämätön, jotta tiedonsiirto, sen käsittely ja lihassupistus saadaan aikaan. Aktiopotentiaali syntyy aina samansuuruisena. Hermoimpulssin voimakkuutta ei siis voi säätää, vaan muutos tapahtuu syntyvien aktiopotentiaalien lukumäärien mukaan. (Haug ym. 2009, 106; Leppäluoto ym. 2013, 406–408.)

Synapsi on kahden hermosolun liittymäkohta. Hermojen välistä aluetta kutsutaan synapsiraoksi, jossa välittäjäaineet siirtyvät synapsirakkuloiden avulla välittäjäainereseptoreihin. Hermo liittyy luustolihasliikkeen lihassyhyyn hermo-lihasliitoksen avulla. Hermo-lihasliitoksessa tapahtuu aktiopotentiaalin siirtyminen välittäjäaineasetylikoliinin avulla, joka saa aikaan lihaksen supistumisen. Asetylikoliini on välittäjäaineena lisäksi kaikissa perifeerisen autonomisen hermoston sekä monissa keskushermoston synapseissa. (Nienstedt 2006, 74; Leppäluoto ym. 2013, 411, 418.)

3.3 Käden hermotus

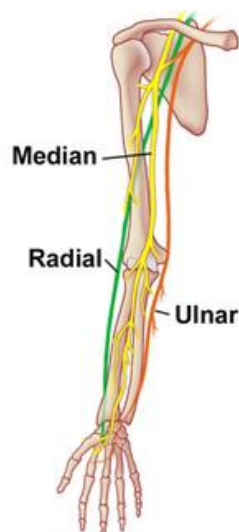
Selkäydinhermot muodostuvat afferenteista, efferenteista ja autonomisia hermosyistä. Yhdessä sekahermossa voi siis olla sekä sensorisia, että motorisia säikeitä. (Anttonen ym. 2003.) Selkäydinhermoja on yhteensä 31 paria. Jokaisella nikamalla on selkäydinhermopari ja nämä hermoparit lähtevät selkärangasta, tarkemmin selkäytimestä lateraalisesti kummallekin sivulle (kuva 4). Ylin hermopari lähtee kallonpohjan ja

atlaksen välistä ja alin selkäydinhermopari häntäluun kohdalta. (Kauranen 2011, 95; Leppäluoto ym. 2008, 403–406.)



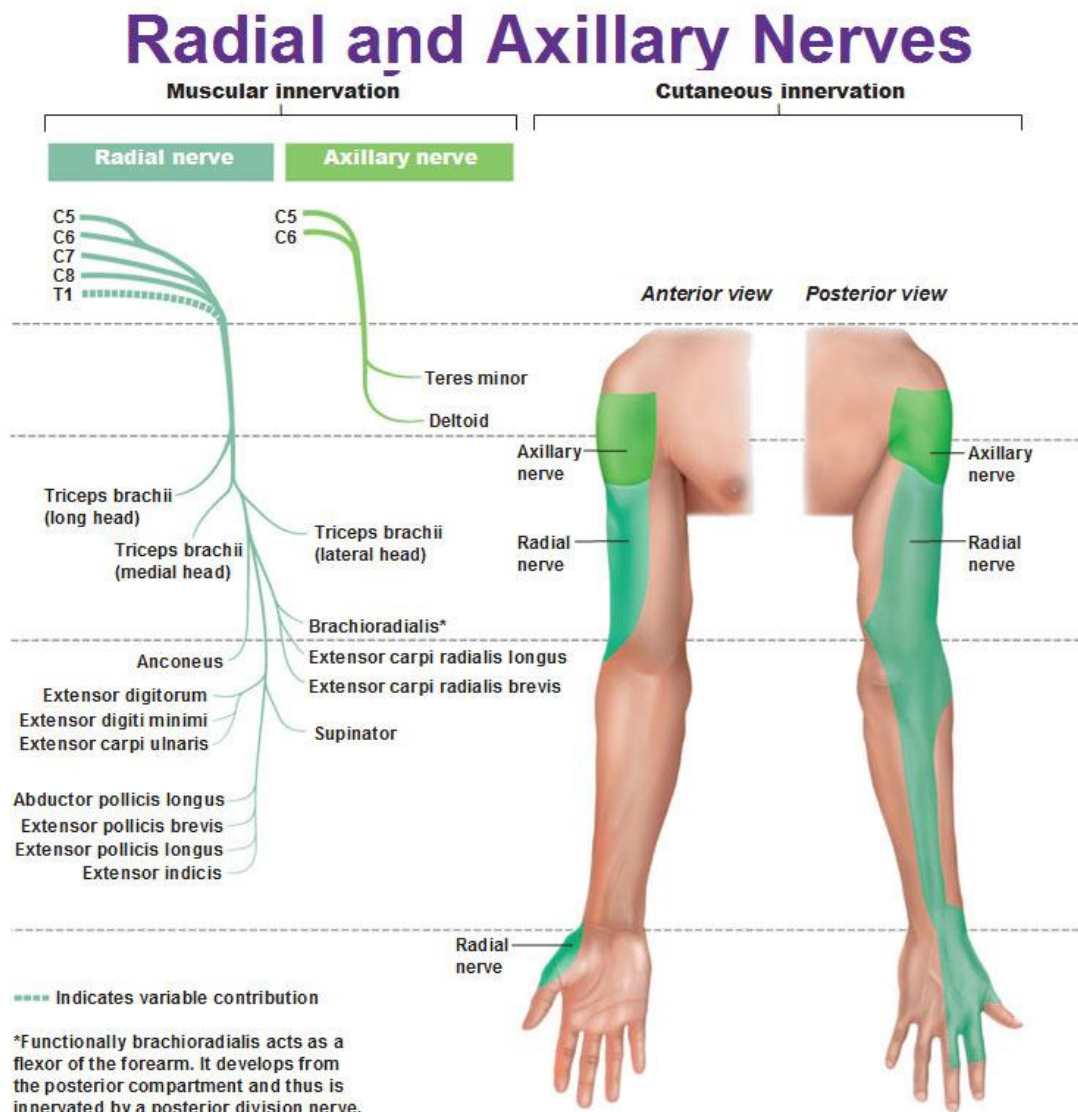
KUVA 4. Motorisen ja sensorisen hermon kulku selkäytimestä kohdesoluun (Peripheral Nervous System: Spinal Nerves and Plexuses 2011)

Käden alueen hermotus koostuu CIV-CVII ja ThI selkäydinhermopareista. Nämä hermoparit muodostavat hartiapunoksen, plexus brachialiksen. Hartiapunoksen voi tuntea palpoiden solisluun ja m. sternocleidomastoideuksen välisestä kulmauksesta. Tämä punos jakautuu olkanivelen seudulla kolmeen erilliseen hermoon: värttinähermoon (n. radialis), keskihermoon (n. medianus) ja kyynärhermoon (n. ulnaris) (kuva 5). (Hervonen 2001, 133; Kauranen 2011, 95; Leppäluoto ym. 2008, 403–406.)



KUVA 5. Käden kolme päähermoa (Lox 2014)

Nervus radialis, värttinähermo, muodostuu selkäydinhermoista CV-CVIII. Se erkaanee plexus brachialiksen takajuosteesta kiertäen humeruksen posteriorisesti sen lateraali sivulle (kuva 6). Humeruksen lateraalipinnalla päärungosta erottuu hermohaara hermottamaan m. triceps brachiita. Päärungosta haarautuu kyynärnivelen kohdalla superiorisesti hermotus kolmeen lihakseen; m. brachioradialis, m. extensor carpi radialis longus ja m. extensor carpi radialis brevis. Kyynärnivelestä distaalisesti hermotuvat m. supinator extensor carpi ulnaris, m. extensor digitorum communis, m. extensor digiti minimi, m. abductor pollicis longus, m. extensor pollicis longus, m. extensor pollicis brevis sekä m. extensor indicis proprius. (Putz & Pabst 2006, 215, 217; Vastamäki 2000, 35, 37–39.)



KUVA 6. N. radial ja n. axillar hermot (Peripheral Nervous System: Spinal Nerves and Plexuses 2011)

N. radialisksen proksimaalipäässä ennen hermon kulkemista humeruksen lateraalipuolelle, päärungosta erottuu tuntohermo n. cutaneus antebrachii dorsalis (kuva 8). Päärungon kulkiessa humeruksen lateraalipinnalla siitä erkanee tuntohermo n. cutaneus brachii lateralis inferior. Kyynärnivelen proksimaalipuolella haarautuu kolmas tuntohermo, n. cutaneus antebrachii dorsalis, jonka hermotusalueeseen kuuluu myös iso alue kyynärvarren ulkopinnalta. N. radialisesta neljäs ja viimeinen tuntohermo, n. ramus superficialis n. radialis, erkanee kyynärvarren tyvessä. Sen varsinainen tuntoalue on vasta kämmenessä sen hermottaessa alueet käden dorsaalipuolelta sormien I-II sekä III-sormen radiaalisivulta PIP-niveleen (proksimaalinen interfalangeaalinen taso, sormen keskinivel) saakka. Lisäksi hermotusalueeseen kuuluu ranteen ja peukalon tyven lateraaliosa. (Leppäluoto ym. 2008, 406; Putz & Pabst 2006, 215, 217; Vastamäki 2000, 35, 38–39.)

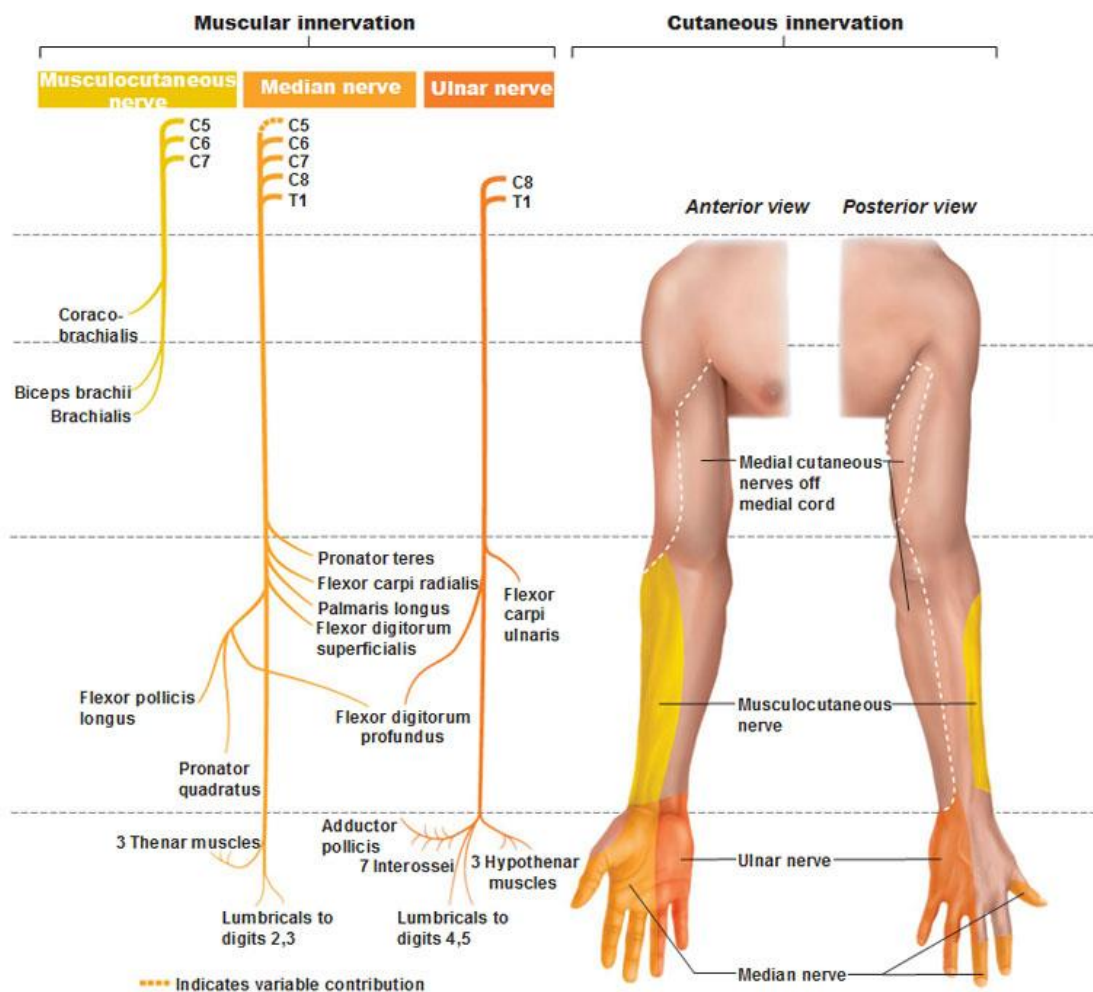
Nervus medianus, keskihermo (kuva 7), muodostuu selkäydinhermoista CVI-ThI. Se kulkee humeruksen mediaalipuolelta ylittäen anteriorisesti kyynärnivelen. Kyynärnivelen jälkeen n. medianus haarautuu hermottamaan neljää lihasta; m. pronator terestä, m. flexor carpi radialis, m. palmaris longusta ja m. flexor digitorum superficialista. Samassa kohdassa n. medianuksesta haarautuu erillinen motorinenhermo, n. interosseus anterior, joka hermottaa m. flexor digitorum profundusta (sormia II ja III), m. flexor pollicis longusta ja m. pronator quadratus. N. medianuksen päärunko jatkuu sekahermona rannekanavan kautta käden alueelle. Ranteen ja kämmenen alueella n. medianus hermottaa m. abductor pollicis brevistä, m. flexor pollicis brevistä ja m. opponens pollicista. (Leppäluoto ym. 2008, 406; Putz & Pabst 2006, 215, 217; Vastamäki 2000, 35, 37, 39.)

Ranteen alueella n. medianuksesta erottuu tuntohermo n. ramus cutaneus palmaris, joka hermottaa ihoa kämmenen tyvessä (kuva 8). Kämmenen alueella päärungosta lähtee kolme tuntohermohaaraketta, volaariset digitaalishermodaarat. Nämä hermohaarat hermottavat käden volaari- eli kämmenpuolen sormia I-III ja IV:n sormen radiaalisivun sekä käden dorsaalipuolelta sormien I-III distaaliosat PIP-nivelistä. (Putz & Pabst 2006, 215, 217; Vastamäki 2000, 35, 39.)

Nervus ulnaris, kyynärhermo (kuva 7), ei haaraudu olkavarren alueella, vaan se on puhtaasti volaarialueen lihaksista vastaava hermo. Se kulkee mediaalisesti humeruk-

sen ja kyynärvarren pinnalla kiertäen epicondylus medialiksen ympäri, sulcus nervi ulnariksen kautta kämmentä kohti. Kyynärvarren alueella n. ulnaris hermottaa kahta lihasta, m. flexor carpi ulnarista ja m. flexor digitorum profundusta (sormia IV ja V). Ranteessa n. ulnaris kulkee Gyonin kanavan kautta kämmeneen hermottaen lihakset m. abductor digiti minimi, m. opponens digiti minimi, m. flexor digiti minimi, m. palmaris brevis, m. interosseus dorsales, m. interosseus volares ja m. lumbricales (III ja IV). (Hervonen 2001, 268; Vastamäki 2000, 35, 39–40.)

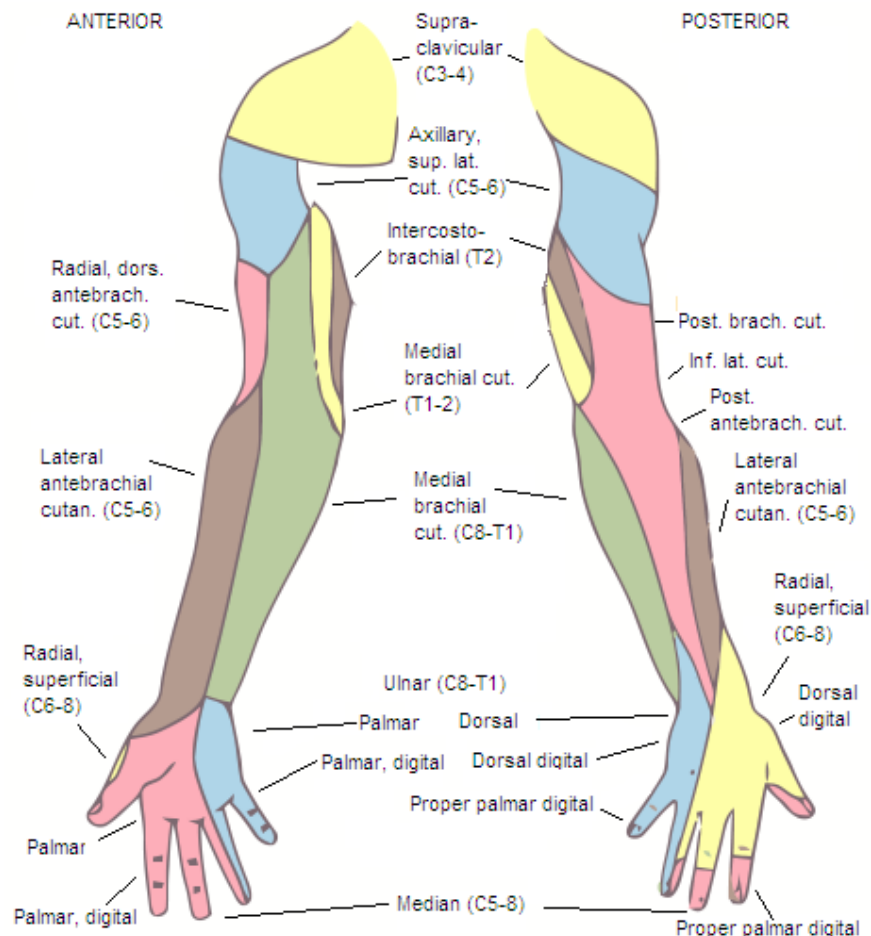
Musculocutaneous, Median, and Ulnar Nerves



KUVA 7. N. medianus, n. ulnaris sekä n. musculocutaneus (Peripheral Nervous System: Spinal Nerves and Plexuses 2011)

N. ulnariksen tuntoaluetta on ainoastaan yläraajan distaaliosassa (kuva 7). Päärungosta erottuu kolme tuntohermoa. Ensimmäinen ja toinen hermo erottuvat kyynärvarren distaaliosassa, n. ramus dorsalis sekä n. ramus palmaris. Käden volaaripuolella kol-

mannen hermon, n. ramus superficialiksen, volaariset digitaaliermohaarat hermottavat V- sekä IV-sormen ulnaarisivun. Lisäksi se hermottaa dorsaalipuolelta koko V-sormen, IV-sormen ulnaarisivun distaaliosaan asti ja radiaalisivun PIP-niveleen saakka sekä III-sormen ulnaarisivun aina PIP-niveleen saakka. (Leppäluoto ym. 2008, 406; Putrz & Pabst 2006, 215, 217; Vastamäki 2000, 35, 39–40.)



KUVA 8. Hermojen tuntoalueet (Modric 2014a)

CV-CVI selkäydinhermoista lähtevä **nervus axillaris**, kainalohermo, hermottaa m. deltoideusta sekä m. teres minoria. Lisäksi se vastaa olkavarren tuntoalueesta m. deltoideuksen alueella. **Nervus musculocutaneus** eli lihas-ihohermo muodostuu CV-CVII välisistä selkäydinhermoista, kulkien kuitenkin plexus brachialiksen kautta. N. musculocutaneus kulkee anteriorisesti olkavartta pitkin aina art. cubitiin asti. Sen tehtävänä on hermottaa n. coracobrachialista, n. biceps brachiiä sekä m. brachialista. N. musculocutaneuksen tuntoalueeseen kuuluu kyynärvarren radiaalinen puoleinen iho. (Leppäluoto ym. 2008, 405–406; Putrz & Pabst 2006, 38.)

4 HERMON VAURIOITUMINEN

Ääreishermovaurion syynä voi olla moni eri tekijä. Vaurio on voinut aiheutua mekaanisesti **puristuksen, venytyksen, viillon** tai **paineen** vaikutuksesta. (Partanen ym. 2006, 391.) Hermo voi venyä noin 6-10 % ilman, että hermokudokseen syntyy vauriota. Venytysrajat voivat olla kuitenkin pienemmät, mikäli hermokudos on jo aikaisemmin vaurioitunut ja tämän seurauksena arpikudos eli fibroosi on hermokudoksessa lisääntynyt. Kuitenkin jo 8 % venytys johtaa väliaikaiseen iskemiaan eli hapen puutteeseen, ja jos venytystä tapahtuu enemmän kuin 15 %, hermo vahingoittuu peruuttamattomasti. (Isaacs 2013, 374; The Dellion Institutes for Peripheral Nerve Surgery 2012.)

Hermovaurioissa syy on usein traumaperäinen, kuten avomurtuma tai haava, mutta pinnetilat ovat myös tyypillisiä (Ryu ym. 2011, 174). Tunnetuimpia ääreishermovammojen pinnetiloja käden alueella ovat Canalis carpi (rannekanava oireyhtymä), Sulcus nervi ulnaris-oireyhtymä (kyynärpääpinne) sekä TOS (thoracic outlet oireyhtymä). Hermojen pinnetiloja voidaan ennaltaehkäistä, kun monipuolistetaan työskentelyasentoja. Näin vältetään yksipuolinen rasitus ja samaan kohtaan kohdistuva paine. (Vastamäki & Vastamäki 2009, 2565–2568.)

Hermovaurion syntyyn voi vaikuttaa sukupuoli. Esimerkiksi sulcus ulnariksen hermovaurio on yleisempi miehillä kuin naisilla, sillä miesten processus coronoideuksen tuberculum on suurempi ja tällöin n. ulnarikselle jää vähemmän tilaa kyynärpään alueella. Normaalisti poikkeava painoindeksi (BMI) vaikuttaa myös n. ulnaariksen hermovaurion syntyyn. Hermo tarvitsee suojakseen optimaalisen rasvakudoksen; mikäli sitä on liikaa, se voi ahtauttaa hermon kulkureitin, mutta mikäli sitä on liian vähän, se ei suojaa hermoa ulkoiselta paineelta. Tietyt sairaudet, kuten esimerkiksi diabetes ja luuston rakenteisiin vaikuttava nivelrikko sekä rakenteelliset virheasennot, voivat olla altistavia hermovaurion syytä. Diabeetikoiden ääreisverenkierto on heikentynyt, jolloin iskeemiset hermovauriot syntyvät hitaammin, mutta myös vauriosta toipuminen vie normaalia pidemmän ajan. Rakenteelliset virheasennot ja nivelrikkoa sairastavilla hermon optimaalinen kulkureitti voi muuttua, jolloin hermo voi toistuvasti hangata kovia, jopa rosoisia luisia rakenteita vasten. Pidemmällä aikavälillä hermo saattaa vau-

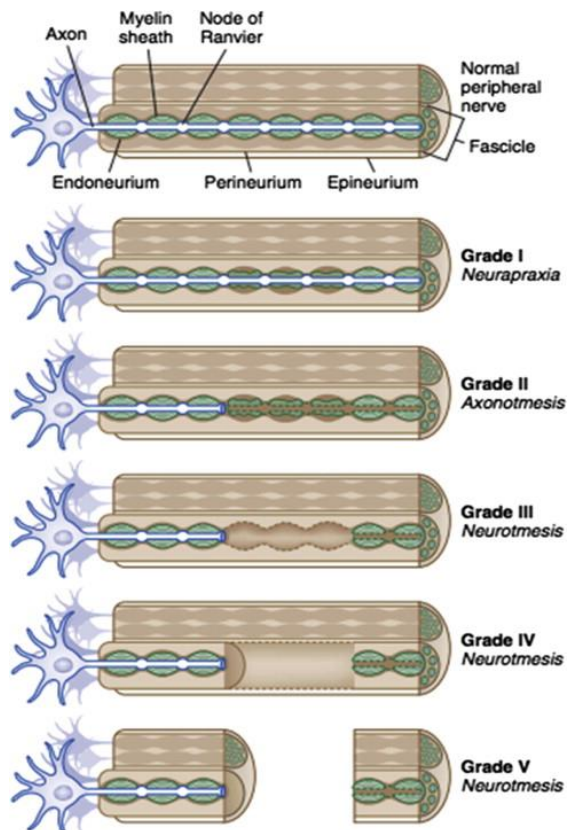
rioitua hankauksen seurauksesta. (Falck, 1999, 196–197.) deSouza & Choi (2012, 149) tuovat esille myös B-vitamiinin puutoksen yhdeksi hermovaurion aiheuttajaksi.

Hermovaurio voi joskus syntyä myös leikkauksen yhteydessä, mikäli kirurgi tai hänen avustajansa vaurioittavat hermoa joko suoraan instrumentilla, tai hermoon kohdistuu leikkauksen aikana painetta tai venytystä. Vaurio voi syntyä myös leikkaukseen liittyvän anestesian aikana, jolloin potilaan vaurioalue on puudutettuna eikä potilas tunne raajan mahdollista virheasentoa ja siitä syntyvää hermoon kohdistuvaa painetta. Leikkauksissa tapahtuvien hermovaurioiden syntymiseen voidaan myös vaikuttaa ennaltaehkäistävasti. Tällöin toimenpiteessä on otettava paremmin huomioon potilaan raajojen asento. Asennon tulee olla sellainen, jossa potilas pystyy normaalistikin mukavasti olemaan. Tämän lisäksi hermovauriolle alttiit alueet on suojattava hyvin, jotta leikkauksessa ei kohdistu painetta suoraan hermoon. (Falck 1999, 195–200.)

”Alkuvuodesta 2013 tapausesimerkkihenkilöllemme tehtiin oikean kyynärpään puhdistusleikkaus, koska kyynärnivelen extensio eli ojennus oli n. 25° vajaa irronneiden luunpalasten takia. Kyynärnivelen ojennusvaje haittasi tapausesimerkkihenkilöä sekä töissä, että vapaa-ajalla urheiluharrastuksen parissa. Tähystysleikkauksen oletettiin onnistuneen suunnitellusti niin, että ylimääräiset luupalaset olisi saatu poistettua. Myöhemmin kuitenkin ilmeni, että nervus ulnaris oli mennyt leikkauksessa poikki.”

4.1 Hermovaurioiden luokittelu

Hermovammoihin on monta eri luokitusta. Karkeasti jaoteltuna hermovauriot voidaan luokitella väliaikaisiin tai pysyviin. Väliaikainen vaurio voi olla hermon johtokyvyn häiriö (neurapraksia) tai aksonivaurio (aksonotmeesi), kun taas hermon täydellinen katkeaminen (neurotmeesi) kuuluu pysyviin hermovaurioihin (kuva 9). (Ryu ym. 2011, 175.) Hermovaurio voi syntyä myös pitkään jatkuneesta pinnetilasta (Vastamäki & Vastamäki 2009, 2565).



KUVA 9. Hermovaurioluokitus (Menorca ym. 2013, 320)

Seddonin luokittelussa hermovauriot jaetaan kolmeen luokkaan: neuropraksia, aksonotmeesi sekä neurotmeesi (taulukko 1) (Flannery 2014, 232). **Neuropraksiassa** on kysymys hermon johtokyvyn häiriöstä, joka on seurausta lievästä venytyksestä tai puristuksesta. Se paranee aina itsestään ja toiminta palautuu täysin muutaman viikon aikana, koska hermosäikeissä ei ole tapahtunut pysyvää vauriota. Jos hermosyyt ovat katkenneet venytyksen tai puristuksen takia, kyseessä on **aksonotmeesis**. Tällöin hermo näyttää ulkoisesti koskemattomalta, koska hermosyiden tukisolut ovat säilyneet ehjänä. Tukisolujen tupit mahdollistavat uusien hermosyiden kasvun kohde-elintä kohti hitaalla kasvuvauhdilla, noin yhden millimetrin vuorokaudessa. Leikkaushoito ei tässä tapauksessa nopeuta paranemista. Mikäli hermo näyttää ulkoisesti revenneeltä tai katkenneelta, on kyseessä **neurotmeesis**. Regeneraatio eli uusiutuminen voi olla mahdollista vain, jos katkenneet hermopäät ovat jääneet lähelle toisiaan. (Nietosvaara ym. 2013, 8.) Yleensä kuitenkin neurotmeesissä kirurgisella toimenpiteellä saavutetaan parhain lopputulos (Partanen 2006, 487).

Sunderland on tehnyt hermovaurioille luokituksen, jossa vauriot on jaettu viiteen kategoriaan (taulukko 2). **Ensimmäisen asteen** vaurio vastaa neuropraksiata. Tällöin

vaurio on aiheuttanut hermoon vain osittaisen johtumishäiriön. Koska aksonin rakenne on kuitenkin säilynyt, Wallerin degeneraatiota ei tapahdu. Wallerin degeneraatiossa makrofagit eli syöjäsolut ja tulehdussolut eliminoivat myeliinijätteet ja katkenneen aksonin (Castrén & Lindholm 1999, 574). Paineen vaikutuksesta tulleet neuropatiat, kuten canalis carpi, luokitellaan tähän. Ensimmäisen asteen vammojen paraneminen kestää yleensä kolmesta neljään kuukautta. **Toisen, kolmannen ja neljännen asteen** vauriot kuuluvat kaikki aksonotmeeseihin eli hermosolussa on tapahtunut aksonivaurio sekä hermosolun tumasta erotettu viejähaarake on rappeutunut. (Ryu ym. 2011, 175–176.)

TAULUKKO 2. Vaurioluokitus (mukaillen Menorca ym. 2013, 319; Mustaniemi 2010, 259)

Seddon	Sunderland	Vamma
Neuropraksia	I	Vaurio ainoastaan myeliinitasolla
Aksonotmeesi	II	Vaurio myeliinissä sekä aksonissa
Aksonotmeesi	III	Vaurio myeliinissä, aksonissa sekä endoneuriumissa
Aksonotmeesi	IV	Vaurio myeliinissä, aksonissa, endoneuriumissa sekä perineuriumissa
Neurotmeesi	V	Vaurio myeliinissä, aksonissa, endoneuriumissa, perineuriumissa sekä epineuriumissa
MacKinnon & Dellon	VI	Erilaisia muutoksia hermon säikeissä

Toisen asteen vaurioissa endoneurium ja Schwannin solut ovat säilyneet koskemattomina. Vaikka vaurion palautuminen on pitkäkestoinen prosessi, ehjä endoneurium mahdollistaa uusiutumisen saman hermosäikeen sisällä. Hermon johtumisnopeus periferiaa kohti on hidastunut, tai se voi jopa puuttua aluksi kokonaan. (Ryu ym. 2011, 175–176.)

Kolmannen asteen vauriossa endoneurium on vioittunut, mutta perineurium on säilynyt ehjänä. Hermon vaurioituessa perineuriumiin syntyy sidekudosta, jonka avulla hermo pystyy uusiutumaan. Motoriset ja sensoriset toiminnot kuitenkin heikkenevät ja

niiden palautuminen on merkittävästi hidastunut, mikäli ne pystyvät palautumaan laisinkaan. (Ryu ym. 2011, 175–176.)

Neljannen asteen hermovauriossa epineurium on ainoa hermon osa, joka on säilynyt vahingoittumattomana. Arpeutumista ja rappeutumista on tapahtunut huomattavasti enemmän lievemmän asteen hermovaurioon verrattuna. Tällöin myös katkenneen hermon proksimaalisessa osassa on tapahtunut merkittävää rappeutumista ja arpeutumista. Neljännen asteen vauriossa jo syntyneen arven poisto ja kirurginen toimenpide ovat välttämättömiä, jotta hermon paraneminen on edes teoriassa mahdollista. (Ryu ym. 2011, 175–176.)

Vaikkeimman eli **viidennen asteen** vauriossa on kyse neurotmeesistä eli hermon täydellisestä katkeamisesta, jolloin kirurginen toimenpide hermojen yhdistämiselle on ainoa vaihtoehto (Ryu ym. 2011, 175–176).

4.2 Diagnostiikka ja tutkiminen

Hermovauriota tutkittaessa kaikki lähtee käden toiminnallisen anatomian hyvästä tietämyksestä. Hermovaurio on sitä helpompi diagnosoida, mitä distaalisempana se sijaitsee, mutta sen paikantamiseksi on tehtävä tarkat tutkimukset sekä motoriikan, että ihotunnon osalta. Diagnostisointia vaikeuttaa tuoreissa vaurioissa häiriötekijät, kuten kipu, järkytys ja muut vammat. (Kiviranta & Järvinen 2012, 341; Mustaniemi 2010, 260–261; Vastamäki ym. 2000, 457.)

Tunnottomuus, tuntohäiriö, kipu ja lihashalvaus ovat hermovaurion perusoireita ja lisäksi aineenvaihdunnalliset oireet, kuten ihon kuivuminen, ja haavaumat sekä turvotus viestittävät hermojärjestelmän puutteellisesta toiminnasta (deSouza & Choi 2012, 149; Vaittinen 1996, 309). Aluksi hermovauriopotilaan tuntemukset voivat olla puutteellisia, johtuen esimerkiksi lääkityksestä tai alkoholista. Tällöin useampi testauskerta on yleensä tarpeen edellä mainittujen seikkojen takia. Tutkittaessa on otettava huomioon myös taustalla olevat sairaudet, esimerkiksi diabetes tai aineenvaihduntasairaus, sekä lisäksi iho on tutkittava mahdollisten tuntea alentavien tekijöiden, kuten kovettumien, osalta. Tutkimustilanteessa vaurioitunutta kättä on aina verrattava terveeseen käteen. Hermovaurion akuutissa (6-12 viikkoa vauriosta) vaiheessa lihasatrofiaa ei ole

vielä ehtinyt syntymään. Akuuttia vaihetta seuraa subakuuttivaihe (3-6 kuukautta vauriosta) ja tämän jälkeen, kun hermovauriosta on kulunut yli kuusi kuukautta, voidaan vaurio luokitella krooniseksi. (Kiviranta & Järvinen 2012, 341; Mustaniemi 2010, 260–261.)

Tutkimisessa tulee ottaa huomioon potilaan ikä, kätsisyys ja ammatti, mutta on myös tärkeää huomioida vauriomekanismi ja aiheuttaja. Lisäksi käden asento vauriohetkellä on syytä selvittää mahdollisten lisävaurioiden varalta. Hermovaurion tutkimuksesta saadut tiedot ja tuntoaistimuksen muutokset on kaikki syytä dokumentoida tarkasti, jotta kuntoutuksen aikana edistymisen seuraaminen on helpompaa. (Flannery ym. 2014, 231.) Diagnosoinnissa haasteellisinta on arvioida mitkä hermovauriot tarvitsevat kirurgista hoitoa, ja mitkä vauriot saavuttavat paremman paranemisen spontaanisti konservatiivisin keinoin (Isaacs 2013, 372).

Anatomian näkökulmasta hermot ja verisuonet kulkevat yleensä lähellä toisiaan. Merkittävän verisuonivamman yhteydessä potilas on syytä tutkia myös mahdollisen hermovaurion varalta. Ääreishermostoa tutkiessa on tutkittava distaaliset motoriset ja sensoriset puutokset. (Waldram 2003, 83.)

Hermovauriota diagnosoidessa on tärkeää muistaa ja huomioida myös juuriaukkojen mahdollinen ahtaus ja sen aiheuttama, joskus jopa kyynärvarressa saakka oleva oire. Ääreishermovaurioiden erotus esimerkiksi niskan degeneratiivisista muutoksista tai TOS:sta on tärkeää, jotta vääriä diagnooseilta, operaatioilta ja kuntoutukselta vältytään. (Fysioterapeutin haastattelu 3.12.2014.)

”Heti puhdistusleikkauksen jälkeen ilmeni puutumista n. ulnariksen alueella. Lisäksi kyynärvarressa oli jatkuvaa kipua. Viikon kuluttua leikkauksesta haavan tikit poistettiin ja normaalin käden käytön ja harjoittelun oli tarkoitus olla mahdollista. Kipu ja puutuminen kuitenkin estivät käden normaalin käytön.”

Sormissa sijaitsevat hermot ovat puhtaasti sensorisia hermoja. Mikäli sormien hermot ovat vaurioituneet, potilas voi valittaa tunnottomuuden tunnetta vaurioalueella. Sormien motoristen toimintojen tulisi olla normaalit, sillä sormien toiminta on riippuvai-

nen niissä olevista jänteistä. Jos sormien motorinen toiminta on häiriintynyt, viittaa se aina myös vaurioon jänteissä. (Practical Plastic Surgery for Nonsurgeons 2007.)

TAULUKKO 3. Tuntoluokitus (mukailen Toimia 2014a)

Taso	Tunto
0	Tunto on kokonaan poissa
1	Tunto on heikentynyt, herkistynyt tai muuttunut
2	Normaali tunto
NT	Ei testattavissa oleva tunto

Hermovaurion **sensoriikan** rutiinitutkimuksessa riittää pääsääntöisesti ihotunnon arviointi, eli tylpän ja terävän tunnon tutkiminen (Vastamäki ym. 2000, 50, 86). Tuntoluokitus jaetaan yleisesti kolmeen tasoon, (taulukko 3) jossa normaali tunto määräytyy aina terveen puolen terävätunnon mukaan (Toimia 2014a). Helpoin tapa on käyttää testaamiseen injektioneulaa, jonka toinen pää on terävä ja toinen tylppä. Päitä vaihdellaan testin aikana niin, että testattava ei näe tutkimusta, ja tuntemuksista kysytään samalla eroja. Mikäli halutaan tarkasti seurata hermonvamman toipumista, tarvitaan tarkempia testejä. Yksi esimerkki tällaisesta tarkasta tutkimusmenetelmästä on 2-piste-erottelukyky, 2-PD. 2-PD:ssa työvälinne voi olla esimerkiksi u-muotoon taivuteltu paperiliitin, kuitenkin niin, että paperiliittimen päiden väli (kärkiväli) on testiä tehdessä 5-8 millimetriä. Kärkiväliä voidaan suurentaa tai pienentää niin kauan kunnes tulos saadaan selville. Normaalisti terveellä ihmisellä 2-PD-tutkimuksen kärkivälimitta on kaksi millimetriä. (Vastamäki ym. 2000, 50, 86.)

On olemassa myös toinen kahden pisteen erottelukyvyn testaus, Weberin staattinen testi. Tässä testissä voidaan käyttää myös niin ikään taivuteltua paperiliitintä tai siihen varsinaisesti suunniteltua tuntokiekkoa. Weberin testissä kärkiväli on aloittaessa viisi millimetriä ja tätä väliä suurennetaan niin kauan kunnes potilas tuntee kaksi erillistä pistettä sormen päässä. Pisteiden kärkiväli voi suurimmillaan olla kuitenkin 15 millimetriä. Weberin testin tulos terveessä kädessä on kolmesta neljään millimetriä. Näiden kahden testin teossa on otettava huomioon testien luotettavuus, sillä tuloksiin vaikuttavat testiaan käyttämä voima ja testivälineistö. (Vastamäki ym. 2000, 50, 86.)

Edellä mainittuja testejä vieläkin tarkempi testi on Semmes-Weinsteinin filamenttitesti, jonka avulla pystytään luokittelemaan erittäin heikko tunto ja lisäksi vähäiset tuntomuutokset. Testattavan ihoa kosketetaan erivahvaisilla nailonlangoilla aloittaen ohuesta langasta ja siirtyen aina paksumpaan lankaan, kunnes kosketus tunnetaan. (Vastamäki ym. 2000, 456.)

Sensorisen hermoston vauriota ja uusiutumista voidaan tutkia ja seurata myös Tinellin testillä. Jos Tinellin testin tulos on positiivinen eli naputusta seuraa ikävä kihelmöinti, se voi olla merkinä vaurioituneesta aksonista tai neuroomasta eli hyvälaatuisesta hermokasvaimesta. (Flannery ym. 2014, 232.) Tämän testin avulla ei saada tietoa uusiutumisen laadusta tai laajuudesta, mutta sillä voidaan paikantaa alue, jossa hermon kasvu on sillä hetkellä menossa. Testissä testaja naputtelee kevyesti hermon kulureittiä käden distaaliosta vaurioaluetta kohti. Kun naputtelua seuraa epämääräinen sähkötystunne, on tämä merkinä aksonien kasvusta naputuskohtaan saakka. (Mustaniemi 2010, 263.) Mikäli sähkötystunne ilmenee aina samassa naputuskohtassa, voidaan päätellä, ettei hermon uusiutuminen ole edennyt (Vastamäki ym. 2000, 458).

”Puhdistusleikkauksen jälkeen erillistä fysioterapiaa ei aloitettu, vaan leikkannut kirurgi antoi ohjeet omatoimiseen harjoitteluun. Koska leikattu käsi ei tuntunut kuitenkaan normaalilta, viiden vuorokauden kuluttua puhdistusleikkauksesta tapausesimerkkimme otti yhteyttä puhelimitse käden leikkaneeseen kirurgiin. Puhelun perusteella päädyttiin varaamaan kontrolliaika lääkärille ja mahdolliselle uusinta-leikkaukselle.”

Vaurioita voidaan arvioida myös elektronisilla tutkimuksilla. Esimerkiksi ENMG, elektroneuromyografia, ja EMG, elektromyografia, ovat tutkimuksia, jossa arvioidaan lihaksen sähköistä viestintää. ENMG-tutkimuksella voidaan todeta hermovaurion taso ja vaikeusaste. EMG-tutkimuksella voidaan puolestaan tutkia lihaksen aktivaatiotaso ja saadaan selville mahdollinen motorinen aksonivaurio. (Kaskivirta 2014; Liira ym. 2013.) Akuutissa vaiheessa voi olla vaikeaa tulkita ENMG-, EMG- ja hermon johtonopeustutkimuksia, koska motoriset hermovauriot voivat ilmetä vasta 10–28 päivän kuluttua vauriosta. Hermon distaaliosissa tapahtunut hermon vaurioituminen voidaan neurografin avulla paikantaa kuitenkin lähes heti oireiden ilmestyttyä. (Kauranen 2011, 255; Partanen ym. 2006, 453; Ryu ym. 2011, 176; Terveystalo 2014a.)

Fysioterapiassa EMG-tutkimusta voidaan käyttää myös havainnoinnin apuvälineenä, jolloin sekä fysioterapeutti, että potilas näkevät välittömästi lihaksessa tapahtuvan mahdollisen aktivoitumisen (Kauranen 2011, 255). ENMG, jota kutsutaan myös hermoratutkimukseksi, auttaa tutkimaan lihasten toimintahäiriöitä ja ääreishermoston vaurioita (HUS 2014; Terveystalo 2014a).

Käytännössä ENMG-tutkimusta käytetään hermovaurion paikantamiseksi tai vaurion korjaantumisen seuraamisessa. Tutkimuksen suorittaa neurofysiologi, mutta moniammatillinen yhteistyö eri ammattiryhmien välillä on tärkeää, jotta tutkimustuloksia voidaan hyödyntää myös kuntoutuksessa (Fysioterapeutin haastattelu 24.10.2014).

Hermonvaurion diagnostiikassa tulee ottaa huomioon myös mahdollinen lihasrungonvaurio ja täten tutkia käden alueen motoriikka. Kliinisenä motoriikan tutkimusmittarina käytetään lihasvoiman manuaalisesti toteutettavaa arviointia, jossa asteikko on nolasta viiteen (taulukko 4). (Mustaniemi 2010, 262.)

TAULUKKO 4. Lihasvoima asteikko (mukailten International Standards for the Classification of Spinal Cord Injury 2009; To-Mi 2013)

Asteikko	Lihaksen toiminta
0	Ei lihassupistusta
1	Palpoiden tunnettava tai nähtävissä oleva lihassupistus, joka ei kuitenkaan kykene liikuttamaan kehon osaa.
2	Heikko koko liikeradalla tapahtuva liike, joka ei voita painovoimaa.
3	Näkyvä liike, joka voittaa painovoiman koko liikeradalla. Liikettä ei vastusteta.
4	Hyvä, mutta ei murrettavissa oleva lihasvoima.
5	Normaali lihasvoima, jota testaaja ei pysty murtamaan.

Lihasvoiman tasoa voidaan mitata myös erilaisilla siihen tarkoitetuilla mittareilla. Tällaisia mittareita ovat esimerkiksi käden puristusvoimamittari sekä sormen voimaa mittaava pinsettiotemittari (kuva 11). Pinsettiotemittarilla voidaan mitata sekä peukalo-

etusormi otetta, mutta myös kolmen sormen pinsettioitetta. Edellä mainittuihin kolmeen testaukseen löytyy standardisoidut vertailuarvot ja tämä mahdollistaa käden alueen lihasvoiman tason seurailun. (Suomen Käsiterapiayhdistys ry, 2014; Toimia 2014b.) Lihasvoiman heikkeneminen tai sen puuttuminen riippuu täysin siitä, onko hermo vaurioitunut täydellisesti vai epätäydellisesti (Hervonen 2001, 267).



KUVA 11. Puristusotteen ja pinsetti/avainotteen voimannmittaus (Camp Scandinavia OY, 2014)

Korjausleikkauksen jälkeen toipumista kuntoutusvaiheessa voidaan mitata monilla tavoin. The Medical Research Council & Committee (MRC) on kehittänyt sekä sensorisen, että motorisen paranemisen arviointiin mittarin MRC:n. (Lundborg & Rosén 2007, 209.) Motorisen toiminnan arviointiin voidaan käyttää asteikkoa M0-M5. M0 tarkoittaa, että lihaksesta puuttuu lihassupistus, M1:ssä lihaksessa tapahtuu supistus vain vamman proksimaalisella puolella ja M2:ssa supistus tapahtuu sekä vaurion proksimaali- että distaalipuolella. M3:ssa kaikki tärkeät lihakset supistuvat, M4:ssä kaikki lihakset supistuvat samanaikaisesti ja M5-luokkaa käytettäessä puhutaan täydellisestä toipumisesta. Sensoriikan arvioinnissa luokitus on S0-S4. S0 tarkoittaa, ettei alueella ole lainkaan tuntoa, S1:ssa potilas tuntee syväkipuun ja S2:ssa tunnetaan kipu sekä kevyt kosketus. S3 aistitaan kipu sekä kosketus ilman yliherkkyyden tunnetta. S3+ - tasolla 2-piste-erottelukyky on mahdollista ja S4 tarkoittaa totaalista parantamista. N. medialiksen ja n. ulnariksen arvioinnissa voidaan käyttää mittaria, jossa MRC asteikkoon on yhdistetty potilaan oma subjektiivinen toiminnan aistiminen. (Ryu ym. 2011, 178.)

4.2.1 Nervus radialis

Plexus brachialiksen takajuosteesta lähtevä nervus radialis voi vaurioitua hermo-punokseen kohdistuneen venytyksen seurauksena. Myös humerusmurtumat tai olkanivelen sijoiltaanmenot voivat aiheuttaa n. radialiksen vaurion. Joskus ulkoinen paine, esimerkiksi käden päällä nukkuminen, painaa hermon vasten humerusta, jolloin hermo voi vahingoittua. (Hervonen 2001, 264)



KUVA 12. Roikkuva ranne viittaa n. radialiksen paralyysiin (Bones of upper limb, lower limb and vertebrae (Part 2) 2014; Mustaniemi 2010, 261)

Koska n. radialis hermottaa m. triceps brachiita, sen proksimaaliosan vauriossa kyy-närvarren extensio ei onnistu (Vastamäki ym. 2000, 455). N. radialiksen vaurion piir-teitä ovat käden pronaatioasento, roikkuva ranne ja/tai adduktiossa oleva peukalo (ku-va 12). Yleensä myös ranteen ja sormien ekstensioliikkeet puuttuvat. Vaikka fleksorit olisivat aktiiviset, roikkuva ranne estää tarttumisotteen. Sensorisen alueen tuntopuu-tokset n. radialiksen vaurioissa voivat olla hyvinkin pieniä, sillä muiden hermojen, n. ulnariksen ja n. medianuksen, ihohaarat hermottavat n. radialiksen alueen reunoja. Selvin sensoriikan puutos näkyy puhtaasti vain n. radialiksen hermottamassa käden dorsaalipuolella peukalon tyviosan ihossa. (Hervonen 2001, 264–267.) Käden moto-rista toimintaa tutkiessa nervus radialis voidaan helposti testata eri liikkeitä vastusta-en; ranteen ekstensiosuunta (Waldram 2003, 83–84), peukalon ekstensio ja abduktio, sormien sekä kyy-närvarren ekstensio (Vastamäki ym. 2000, 457).

4.2.2 Nervus medianus

Nervus medianuksen vauriot voivat johtua erilaisista kompressioista tai vammoista. Ranteen alueella, jossa medianushermon kulkee lähellä ihon pintaa, on erityisen herkkä hermovauriolle. Rannekanavan ahtauma, *canalis carpi*, on yksi tyypillisimmistä n. medianuksen vaurioista. (Hervonen 2001, 267.)

Ulkoisina merkkeinä n. medianuksen vauriossa ovat paralysoituneet (halvaantuneet) ranteen fleksorit ja pronaattorit sekä thenarin (peukalontyven) lihakset. N. medianuksen testaamisessa voidaan käyttää peukalon oppositio-liikettä (peukalo koskettaa muiden sormien päitä vuorotellen) tai fleksiota eli koukistusta. Mikäli näissä liikkeissä on heikkoutta, tai ne puuttuvat täysin, on syytä epäillä medianushermon vauriota. (Hervonen 2001, 267.) Wartenbergin oire kertoo myös medianusvauriosta. Wartenbergin oireessa V-sormen adduktio on heikko tai jopa olematon ja sormi on ulnaarideviaatiossa eli osoittaa ulospäin. Lisäksi saksiliike on mahdoton. Myös IV ja V-sormien lievä koukistuminen MP-nivelien (metacarpofalangeaalinen, rystynivel) ollessa ojennuksessa kertoo niin ikään n. medianuksen vaurioitumisesta. Mikäli voimamittauksessa ilmenee heikkoutta peukalon palmaari-abduktiossa, etusormen fleksiossa ja/tai pinsettioitteessa, on kyseessä n. medianuksen paralysoituminen. (Vastamäki ym. 2000, 455–457.)

Etusormen kärki on puhtaasti n. medianuksen hermottamaa aluetta, jolloin tällä alueella esiintyvä tuntohäiriö viittaa aina medianushermoon. Medianuksen hermottamasta muusta tuntoalueesta ei voida suoraan päätellä kyseessä olevan hermon vauriota, sillä myös käden kaksi muuta päähermoa vastaavat osaltaan näiden alueiden sensoriikasta. (Hervonen 2001, 267.)

4.2.3 Nervus ulnaris

Nervus ulnaris voi vaurioitua useimmiten art. cubitin tasolla tapahtuvien murtumien tai sijoiltaanmenojen seurauksena. Vaurioherkkää aluetta on etenkin art. cubitin seutu, jossa hermo kulkee lähellä ihon pintaa. (Hervonen 2001, 270.)

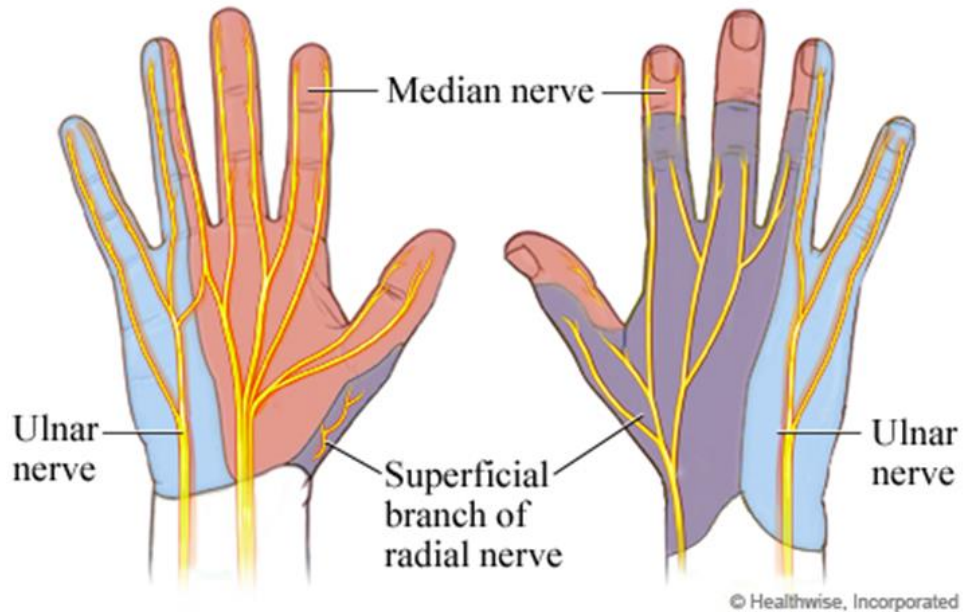
Tutkittaessa nervus ulnarista on hyvä testata sormien abduktio-adduktio, IV ja V sormien fleksio, V sormen abduktio sekä I sormen adduktio-liikkeitä, sillä heikentyminen edellä mainituissa liikkeissä on viesti hermovauriosta. Yhtenä vaurion merkinä voidaan pitää myös ranteen ulnaarideviaation puutteellisuutta. (Hervonen 2001, 270.) Kynärvarren pronaatio sekä peukalo-etusormiote eli pinsettiote on tärkeä tutkia mahdollista ulnaarivauriota epäillessä. Ulnaarihermon vauriosta kertoo myös käden claw-asento (kuva 13). Claw-asennossa IV- sekä V- sormien ojentaminen suoraksi on hankalaa ja vaurioitumisen kestäessä pidempään edellä mainittujen sormien MP-niveeliin kehittyy yliojennus sekä PIP-nivelet koukistuvat. Tätä voidaan kutsua myös raatelukädeksi. (Vastamäki ym. 2000, 455.)



KUVA 13. N. ulnariksen distaalivaurio (Modric 2014b; Mustaniemi 2010, 261)

Fromentin testistä saatu positiivinen tulos kertoo myös n. ulnariksen vauriosta. Tässä testissä testattava henkilö yrittää puristaa pois vedettävää paperia, joka on asetettu etusormen ja suoran peukalon väliin. Testi on positiivinen, mikäli peukalo menee tahattomasti koukkuun, koska testattavan henkilön peukalon adduktoreiden puristusvoima ei riitä ja sormen työn tekevät peukalon koukistajalihakset. (Vastamäki ym. 2000, 214.)

V sormen palmaripuolen kärki on ainoa puhdas alue, jota n. ulnaris hermottaa (kuva 14). Tällä alueella ilmentyvä sensorinen puutos on aina merkki kyseessä olevan hermon vauriosta. Sensorinen puutos IV-V sormien ulnaarisivuilla voi olla myös merkki ulnaarihermon vauriosta. (Hervonen 2001, 270.)



KUVA 14. Käden ja kämmenselän tuntoalueet (Morphopedics 2014)

*”Kahden viikon kuluttua puhdistusleikkauksesta tapausesimerkkimme meni tapamaan käden aikaisemmin leikkaneen kirurgin. Tällöin kirurgi havaitsi **sormien saksiliikkeen puuttuvan**. Saksiliikkeen tekevät n. ulnariksen hermottamat lihakset: mm. interosseus dorsales ja volares. Lisäksi **Fromentin oire** oli positiivinen, joka viittaa siihen, ettei ulnariksen hermottama m. interosseus aktivoitu. Alkutestien tulosten perusteella päädyttiin uuteen leikkaukseen, jossa vaurio pystyttiin varmistamaan ja paikantamaan tarkasti.”*

5 HERMOVAURION KIRURGINEN HOITO

1970–1980-luvun jälkeen ääreishermovaurioiden kirurgia on kehittynyt uusien tekniikoiden, välineiden ja lisääntyneen tiedon ansiosta. Viimeisen kymmenen vuoden aikana hermosiirrännäisten rooli on muuttanut ääreishermoston korjausleikkauksia. Vaikka leikkaustekniikat ovat kehittyneet, vaurioalueen täydellisen toimintakyvyn palauttaminen ennalleen on mahdotonta. Perimmäinen ongelma ääreishermoston korjausleikkauksissa ei ole sensorisen, vaan motorisen toimintakyvyn palauttaminen. (Shin 2014, 2052.)

Hermovaurioiden yleisimmät ja yksinkertaisimmat kirurgiset toimenpiteet tekee yleensä kirurgi- ja ortopedierikoislääkäri ja harvinaisemmat toimenpiteet kuuluvat käsikirurgien toimialaan. Vaikka kirurgia yleisesti on kehittynyt teknologian mukana

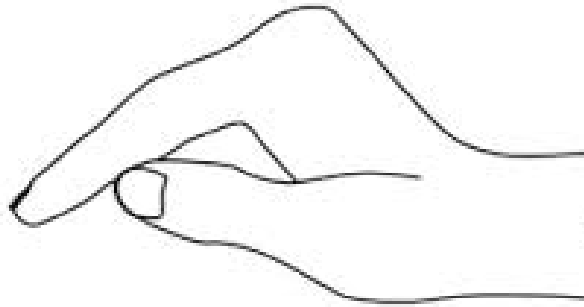
hurjaa vauhtia, ei samanlaista edistymistä käsikirurgian saralla ole tapahtunut. Yleis-
tyneet tähytysleikkaukset eivät ole käsikirurgiassa vielä korvanneet avoleikkauksia.
(Vastamäki & Vastamäki 2009, 2565.)

”Ensimmäisessä korjausleikkauksessa todettiin täydellinen ulnarishermon vaurio. Hermon päät olivat erkaantuneet niin kauaksi toisistaan, että korjausleikkaus ilman hermosiirrettä ei ollut mahdollista. Oikean jalan suralishermosta otettiin noin 20 senttimetrin mittainen siirre ja siitä tehtiin neljän faskuluksen siirrekimppu. Tämän avulla hermot silitettiin mikroskooppia apuna käyttäen toisiinsa kiinni. Leikkauksen jälkeen käteen laitettiin kulmakipsi kahdeksi viikoksi ja kahden viikon kuluttua tikit poistettiin.”

Leikkauksen aikana pystytään tunnistamaan motoriset ja sensoriset hermot toisistaan käyttämällä hermon stimulointia tai kemiallista ainetta. Ryu ym. (2011, 176–177.) raportoivat Hakistanin julkaisseen jo vuonna 1968 lupaavia tuloksia näiden tekniikoiden käytöstä. Aina on kuitenkin huomioitava, että hermon käsittely voi johtaa lisääntyneen arpikudoksen muodostumiseen. Näin ollen on mahdollista, että arpikudoksen takia oikeiden hermojen yhdistämisen edut kumoutuvat. (Ryu ym. 2011, 176–177.) Leikkauksen aikana kirurgi pystyy yhdistämään epineuriumin tai perineuriumin, mutta ei koskaan yksittäistä Schwanninsolua tai aksonia (Lundborg & Rosén 2007, 209).

Vamma-alue voi olla siisti, epäsiisti tai se on traktion (venytys) aiheuttama ulkoisesti huomaamaton vaurio. Siistissä haavassa reunat ovat terävät ja sen on yleensä aiheuttanut terävä lasi tai leikkausveitsi. Avomurtumat ja ampumahaavat luokitellaan epäsiisteiksi vammoiksi, missä on laajat kudოსvauriot ja usein infektio. Infektio paikallisessa kudoksessa, tai koko elimistöön vaikuttava verenmyrkytys, ovat kontraindikaatioita eli vasta-aiheita välittömälle hermon korjausleikkaukselle. Traktion seurauksena syntyneissä vaurioissa ennuste on huonoin ja niihin liittyy usein myös laajoja kudოსvaurioita. (Ryu ym. 2011, 176.)

”Kipsin poiston yhteydessä huomattiin V-sormen kosketustunnon sekä IV-sormen kosketustuntopuutokset. Kulmakipsin poiston yhteydessä käteen asennettiin ortoosituki olkavarsitalosta rystysiin asti, sekä teetettiin yölasta, jonka avulla V- ja IV-sormet saatiin yöajaksi safe-asentoon (kuva 15). Kokonaisuudessaan ensimmäinen immobilisaatioaika kesti neljä viikkoa.”



KUVA 15. Safe-asento. Ranne ja sormet fiksoituna suoriksi, MP-nivelessä 70–90° kulma. (Woodcast 2014.)

Terävät poikkileikkausvauriot voidaan korjata aikaisemmin, 24 tunnin kuluessa. Murska- tai repeämävauriot taas leikataan hieman viiveellä, viiden – seitsemän päivän kuluessa, jolloin vaurioituneet kudosalueet pystytään erottelemaan tarkemmin. (Ryu ym. 2011, 176.) Leikkaus tulisi kuitenkin suorittaa viikon sisällä vaurion tapahtuneesta, jotta kivuliaan neurooman syntyminen hermon päähän voidaan välttää (Roberts ym. 2010, 1007). Murska- tai repeämävauriot voivat olla peräisin esimerkiksi ampu- tai sahatapaturmasta. Mikäli tällöin on kyse sensorisenhermon vauriosta, pidempi viive voi olla perusteltua ympäröivän kudoksen vaurioiden takia ja hermovaurioleikkauksen tulokset voivat silti olla hyviä. Hermon korjausleikkaus voidaan jättää tekemättä tai se tehdään viiveellä, mikäli potilaan yleiskunto ei salli leikkausta, leikkauksen tarvittavia välineitä ei ole saatavilla tai jos potilaalla on korkea riski saada infektio. (Ryu ym. 2011, 176.)

Jos oletetaan, että korjauskohtaan syntyy vetoa, on toipumisen kannalta järkevämpää käyttää hermosiirrettä tai hermot yhdistävää ”tuppea”. On huomattu, että parempia tuloksia syntyy siirrännäistä tai kanavaa käyttämällä, kuin että hermopäät yhdistetään suoraan toisiinsa ja leikkauskohtaan kohdistuu vetoa. Leikkaustekniikasta riippumatta sekä hermon distaali- että proksimaalipää tulee tarkastaa mahdollisen arpikudoksen

osalta. Mikäli arpikudosta on ehtinyt hermonpäihin jo syntyä, on ne leikattava pois ennen hermojen liittämistä. (Ryu ym. 2011, 176.) Kun hermon korjauksessa käytetään hermosiirteitä, esimerkiksi n. suralis hermosta, tulee käytettävien siirteiden olla yhtä pitkiä (Williamson & Waxman 1994, 99).

”Toinen korjausleikkaus suoritettiin noin kuukauden kuluttua ensimmäisestä korjausleikkauksesta. Leikkauksessa ranteen proksimaalipuolella tehtiin n. ulnariksen motorisen haaran inervaatio (uudistus) käyttämällä AIN (anterior interosseous nerve) pronator quadratus haaraa. AIN:in käyttö perusteltiin hermojen kohtuullisella vastavuudella, vaikka AIN:in aksonien määrän on kirjallisuudessa kerrottu olevan noin 850 aksonia suhteessa motorisen haaran 1350 aksoniin. Tällä toisella leikkauksella tähdättiin siihen, että käsi toimisi paremmin arkiaskareissa, kun turvattiin mahdollisuus lihasten edes jonkinasteiseen säilymiseen. Lisäksi tavoitteena oli, että IV- ja V-sormiin palautuisi jonkin verran sensoriikkaa.”

Hermosiirre on hyvä ratkaisu, silloin kun hermoon kohdistuvaa jännitystä on korjaustilanteessa vaikeaa välttää. Tyypillisiä alueita, joista hermosiirre otetaan, ovat säären alaosan ja nilkan lateraalireunaa hermottava n. suralis ja käsivarren n. interosseus posterior. Hermosiirteiden tulee olla 15–20% pidempi, kuin hermopäiden mitattu välimatka todellisuudessa on, koska leikkauksen jälkeen hermosiirteiden elastisuus heikkenee. (Ryu ym. 2011, 177.)

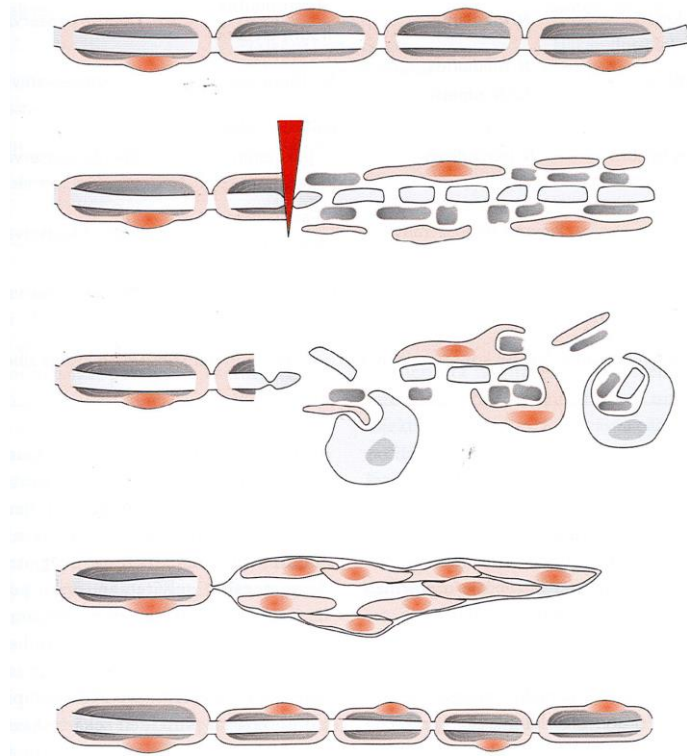
Hermojen yhdistämisessä voidaan käyttää erityisiä putkia, mikäli hermojen välinen rako on korkeintaan kolmesta viiteen senttimetriä. **Hermoputki** (nerve tube) mahdollistaa kasvupaikan Schwannin soluille, pienille hiussuonille ja fibroblasteille, jonka jälkeen hermon aksoni aloittaa kasvunsa kohti distaalista päätä. (Lundborg & Rosén 2007, 209; Ryu ym. 2011, 177.) **Kuituliimaa** käytetään myös yleisesti hermokorjausleikkauksissa hermojen yhdistämiseen. Se on nopea ja helppo tapa, eikä sen ole todettu aiheuttavan haittaa aksonin uusiutumisen suhteen. Liimaa käytetään usein ompeleiden lisäksi tehostamaan hermojen päiden pysymistä toistensa lähellä. (Isaacs 2013, 375.) Hermovaurioleikkauksista 82 %:ssa hermojen päät ommellaan suoraan yhteen ja jäljelle jäävässä 18 %:ssa käytetään joko siirrännäistä tai hermolle suotuisaa kasvuputkea (Lohmeyer ym. 2009, 55).

6 HERMOVAURION PARANEMISPROSESSI JA ENNUSTE

Hermovaurion jälkeen hermotuksen palauttaminen vaurioalueelle voi tapahtua kahdella eri tavalla: vaurioituneen aksonin uudistumisen myötä tai vauriotuneen aksonin kanssa samansuuntaisesti kulkevan ehjän aksonin avulla. Jotta toipuminen olisi mahdollista, vaatii se kolmen erilaisen vaiheen läpikäymisen, Wallerin degeneraation, aksonin uusiutumisen ja hermotuksen palautumisen ”halvaantuneelle” alueelle. Jos jokin näistä kolmesta vaiheesta ei onnistu, hermovaurion kuntoutuminen ei ole mahdollista. (Menorca ym. 2013, 322.) Ääreishermoston vaurion paranemisen ensimmäinen vaihe, jolloin katkenneet hermot rakentavat verkoston päidensä väliin, vie kolmesta viikosta kuukauteen (Toimintaterapeuttien haastattelu 10.10.2014). Tämän jälkeen hermo voi uusiutua 1-2 mm vuorokaudessa periferian suuntaan (Vaittinen 1996, 309).

Hermon ideaalisen kuntoutumisen todennäköisyyteen liittyy monia eri seikkoja. Tärkeä kuntoutumiseen vaikuttava tekijä on vaurioaluetta ympäröivän kudoksen kunto. Mikäli ympäröivän kudoksen verisuonitus on heikentynyt, ei se tarjoa hermon uusiutumiselle läheskään niin hyvää ympäristöä, kuin terve sidekudos. Suurimpina yksittäisinä tekijöinä ovat potilaan ikä sekä aika, joka kuluu vaurion synnystä sen korjausleikkaukseen. (Ryu ym. 2011, 178.)

Hermovaurion katkeamisen jälkeen hermon distaalisen osan aksoneissa ja myeliinitu-pissa tapahtuu Wallerin degeneraatio. Tätä tapahtumaa voidaan kutsua myös nimellä fragmentaatio. Fragmentaation seurauksena aksonit ja myeliinitupet tuhoutuvat, joten jäljelle jää ainoastaan hermoa ympäröivä sidekudoskalvo. Tyhjät Schwannin solun tupet odottavat uusien regeneroituvien aksonien tulemistä proksimaalisuunnasta. Aksonien regeneraation jälkeen hermon uudistunut osa jää kapeammaksi, kuin mitä se oli ennen vaurion syntymistä (kuva 16). (Mustaniemi 2010, 259.)



KUVA 16. Vaurioituneen hermon paranemisprosessi (Mustaniemi 2010, 259)

Kun lihas ei saa tarvitsemaansa viestiä hermoimpulssin kautta, lihas rappeutuu (Shin 2014, 2052). Jo kolmen viikon kuluessa vauriosta lihaksen säikeet alkavat atrifioitua, kun kollageeni ei enää uusiudu endo- ja perimysiumin alueilla. Lihaksen rakenteelliset ominaisuudet ja hermon päätelevy voivat pysyä surkastumatta aina yhteen vuoteen saakka. Kahden vuoden jälkeen vaurion tapahtumasta lihakseen on syntynyt fibroosia, jonka myötä lihaksen toiminta pysyvästi lakkaa. Sensoriset pääte-elimet voivat sen sijaan säilyä kahdesta kolmeen vuoteen, joten vaikka lihaksen toiminta ei enää olisi mahdollista, sensoriikassa voi vielä tapahtua edistystä. (Menorca ym. 2013, 325.)

6.1 Hermon paranemiseen vaikuttavat sisäiset tekijät

Kun puhutaan kirurgisista hermon korjausleikkauksista, kuntoutujan **ikä** on itsessään suurimpia lopputulokseen vaikuttavia tekijöitä (Ryu ym. 2011, 176). Hermovaurion jälkeinen ennuste on pääsääntöisesti aikuisilla potilailla huonompi lapsiin verrattuna. Jo 35-vuotiailla on havaittu 25-vuotiaisiin verrattuna selvä tilastollinen ero hermovaurioiden paranemisessa. Selittävinä tekijöinä voidaan pitää lasten fyysisen koon takia hermon lyhyempää uudistumisaluetta ja parempaa uudistumiskykyä, mutta on myös esitetty, että aivojen muokkautumiskyky on lapsilla parempi aikuisiin kuntoutujiin

nähdän. Käden sensoriikan toipumisen kannalta on nähtävillä kriittinen toipumisajan-kohta alle 10-vuotiailla. (Lundborg & Rosén 2007, 210; Vastamäki ym. 2000, 460.)

Kuntoutujan aiemmat **taustalla olevat sairaudet** vaikuttavat myös hermovaurion paranemiseen. Esimerkiksi aineenvaihduntasairaudet, kuten diabetes ja maksasairaudet sekä erityisesti alkoholismi huonontavat hermovaurion paranemisennustetta selvästi. (Vastamäki ym. 2000, 460.)

Lisäksi toipumiseen vaikuttaa **hermon rakenne**; mikäli hermo on ainoastaan motori- nen tai sensorinen hermo, on sillä paremmat paranemismahdollisuudet ja -ennusteet verrattuna sekahermoon. Käden alueen kaikkien kolmen hermon päärungot ovat seka- hermoja. (Ryu ym. 2011, 178.) **Vammantaso** sekä katkenneiden **hermopäiden väli** ovat merkittäviä tekijöitä, jotka vaikuttavat paranemiseen. Mitä distaalisemmassa osassa vaurio sijaitsee tai mitä pienempi hermopäiden väli on, sitä parempiin pa- ranemistuloksiin voidaan päästä. (Mustaniemi 2010, 264)

Kipu on tiiviisti yhteydessä hermovaurioon, mutta myös lisäksi hermon uusiutumi- seen. Sensoriset hermot, jotka normaalisti viestittävät aivoille kipua, kosketusta ja lämpötilaa, kasvavat myös arpien alueille. Tällöin ne myös viestittävät kiputuntemuk- sia, kun arpeen syntyy liikettä. (The Dellion Institutes for Peripheral Nerve Surgery 2012). Näin ollen katkenneiden hermojen paranemisen komplikaationa voi olla her- mon päähän tuleva kivulias neurooma (Ukkola ym. 2001, 288).

6.2 Hermon paranemiseen vaikuttavat ulkoiset tekijät

Korjausleikkauksen ajoituksella voidaan vaikuttaa merkittävästi hermon toipumis- mahdollisuuksiin. Hermo olisi hyvä leikata mieluiten viimeistään viikon sisällä vauri- osta, jos muuten kuntoutujan tilanne sen sallii. Tällöin kivuliasta neuroomaa ei ole vielä ehtinyt syntyä. (Vastamäki ym. 2000, 460.) Lisäksi hermosoluja ei kuole niin paljon nopean korjausleikkauksen myötä verrattuna myöhemmin toteutettuun leikka- ukseen. Epineuriumin verisuonet auttavat myös hermon päitä kiinnittymään toisiinsa, mikäli leikkaus voidaan suorittaa pian vaurioitumisen jälkeen. (Lundborg & Rosén 2007, 210.) Esimerkiksi kuuden päivän leikkausviive hermovaurioissa heikentää her- mon toimintaa noin 1 %:n suhteessa hermon arvioituun maksimaaliseen toimintaan.

(Ryu ym. 2011, 178.) Ulkoisiin tekijöihin voidaan luokitella myös **leikkaustekniset virheet**, jotka ovat tapahtuneet operaation yhteydessä. Yleisimpiä leikkauksessa tapahtuvia virheitä ovat huonosti puhdistetut hermopäät, joiden väliin on jäänyt arpikudosta ja tästä syystä hermopäiden liitettä epäonnistuu. Kirurgisen toimenpiteen jälkeen hermopäät voivat myös revetä toisistaan huonon ompelutekniikan tai liiallisen kireyden vuoksi. (Mustaniemi 2010, 264.)

Hermon **vaurioitumisen syy** ja **laajuus** vaikuttavat aina paranemisennusteeseen. Ympäristöviiden kudosten vähäiset vauriot antavat paremman ennusteen hermon paranemiselle verrattuna laaja-alaisiin kudolvaurioihin. Jos hermovaurio on syntynyt tuhoisien murskauksien, palovammojen tai esimerkiksi väkivallan seurauksena voi hermokudosta olla vaurioitunut laajastikin. (Mustaniemi 2010, 264.) Vastamäen ym. (2000, 460) mukaan toipuminen on parempaa, jos vaurio on syntynyt terävästä esineestä, kuten puukosta tai lasista.

Novakin ja von der Heyden (2013, 385) mukaan Rinker ja Liau (2011) raportoivat, että **tupakointi** heikensi sensorisen toimintakyvyn palautumista 12 kuukautta kestäneen seurantatutkimuksen aikana.

6.3 Ennuste

Isaacsin (2013, 379) kokoamassa katsausartikkelissa oli tarkasteltu useampien hermovaurioiden paranemistuloksia ja ennusteita. Yleisesti tutkimukset raportoivat hermon toimintakyvyn palautumisen olleen onnistuneita (successful), toimivia (functional) tai hyviä (good). Artikkelissa viitattiin Frykmanin ja Gramykin saamiin tuloksiin, joiden mukaan medianus-, radialis- ja ulnarishermosten korjausleikkauksissa motorinen toimintakyky palautui hyödylliselle tasolle arviolta 63–81 %:lla ja sensorinen toimintakyky puolestaan hyödylliselle tasolle 75–78 %:lla tapauksista. Samansuuntaisia tuloksia on saatu myös muiden raportoimana medianus- ja ulnarishermovaurioiden jälkeen tehdyistä hermosiirreleikkauksista. Hieman tuoreempi tutkimus osoitti, että ulnaari- ja mediaanihermovaurioissa noin 60 %:lla on mahdollisuus saavuttaa merkittävää palautumista kyseisissä hermoissa. Kun tuloksia tarkastellaan kriittisemmin, käyttäen asteikoita M4-M5 ja S3+-S4, ennusteet eivät näytä kovin valoisilta. Saatujen tutkimustulosten mukaan sensoriikka palautuu tälle tasolla ainoastaan puolella kuntoutujista me-

diaanihermosiirrännäisissä ja 23–27 %:lla ulnarishermon ollessa kyseessä. Toisaalta taas yhden tutkimuksen mukaan radialishermon toiminta palautui 16/18 potilaalla M4-M5 tasolle. Tutkimukseen osallistuneille henkilöille oli tehty radialikseen hermokorjausleikkaus niin, että hermon päät oli voitu kiinnittää suoraan toisiinsa ilman siirrännäisiä. (Isaacs 2013, 379.)

”Optimaalinen toipumisennuste oli, että ensimmäiset kliiniset merkit lihaksien heräämisestä tapahtuisivat kahdeksasta kymmeneen viikon kohdalla, ja sormien harotus ja peukalon lievä adduktio-suunnan voima tulisi noin runsaan vuoden jälkeen esiin. Lopullinen voiman palautus olisi mahdollista tapahtua noin kolmen vuoden kuluessa.”

Roganovic (2005, 410) raportoi eri tasoilla tapahtuneiden mediaanihermojen vaurioiden kuntoutumisesta. Onnistuneita tuloksia sai 69 %:a kuntoutujista, joilla vaurio sijaitsi hermon distaaliosassa ja vain 10 %:a sellaisista kuntoutujista, joilla mediaanihermon vaurio oli hermon proksimaaliosassa. Secerin ym. (2007, 776) mukaan ulnarishermovaurion jälkeen kuntoutuminen tyydyttävälle tasolle tapahtui 15 %:lla, mikäli vaurio oli hermon yläosassa, 30 %:lla, jos vaurio sijaitsi hermon keskivaiheilla ja 50 %:lla, jos vaurio oli hermon alaosassa. Verrattain huonot paranemistulokset ovat ajaneet tutkijat etsimään lisää tietoa erityisesti hermosiirrännäisten käytöstä ja niiden vaikutuksista paranemisennusteisiin, sillä ne voivat olla potentiaalisempia parempien tulosten kannalta (Isaacs 2013, 379).

7 HERMOVAURION POSTOPERATIIVINEN KUNTOUTUS

Fysioterapian pohjana on aina alkutilanteessa tapahtunut tunnon, lihastoimintojen, nivelliikkuvuuksien ja jännekireyksen kartoittaminen (Fysioterapeutin haastattelu 21.11.2014).

Hermovaurion jälkeinen kuntoutus on stressaava, **vaativa ja pitkä prosessi**, joka voi viedä vuosia (Ring 2013, 421). Kuntoutuksessa tulee keskittyä kuntoutujan kykyyn toimia vaurion kanssa (Dahlin 2008, 9). Kuntoutuksessa on tärkeää muistaa kuntoutujan valistus ja yhdessä keskusteleminen, jotta hänellä on realistinen kuva ja ymmärrys hermovauriosta sekä postoperatiivisesta kuntoutuksesta. (Novak & von der Heyde

2013, 383.) Fysioterapeutin rooli on rohkaista kuntoutusprosessin aikana kuntoutujaa aktiivisuuteen (Ryu ym. 2011, 178).

Käytännön kokemus osoittaa, että hermovaurion jälkeisen kuntoutuksen tulee olla positiivisella tavalla realiteetit huomioonottavaa. **Kuntoutujalle** tulee antaa tulevasta kuntoutuksesta ja toimintakyvyn ennusteesta **realistinen kuva**, mutta prosessin aikana on hyvä pyrkiä tarkastelemaan asioita enemmän positiivisesta kuin negatiivisesta näkökulmasta. (Fysioterapeutin haastattelu 24.10.2014.) Kuntoutusta ja ohjattuja harjoitteita lisäksi ohjaavat kuntoutujan omat resurssit ja tarpeet. Kuntoutusprosessin aikana kuntoutujalle tulee informoida vaurion vaikutukset kuntoutujan arkitilanteisiin ja toimiin sekä erilaisiin otteisiin. (Fysioterapeutin haastattelu 21.11.2014.) Kuntoutujan **ymmärrys** omasta tilanteesta korostuu silloin, kun hermon paranemisessa tapahtuu muutoksia lyhyellä aikavälillä; hänen olisi tärkeää pystyä muokkaamaan harjoitteluun kun tunnon tai lihasaktiivisuuden palautumista tapahtuu. Näin kuntoutumisen eteneminen mahdollistuu optimaalisesti. (Toimintaterapeuttien haastattelu 25.11.2014.)

”Toisen korjausleikkauksen jälkeen ranne immobilisoitiin kahden viikon ajaksi kiinteällä lastalla, jonka jälkeen vielä kahdeksi viikoksi tarrakiinnitteisellä ortoosilla. Sormien liike kuormittamattomana oli sallittu välittömästi ja kahden viikon jälkeen tukea vaihtaessa koko yläraajaa sai mobilisoida vapaasti.”

Kuntoutumisessa tulee huomioida hermovauriosta johtuva kipu, kylmäherkkyys ja hermokasvun tuntemukset, turvotus sekä liikelaajuuksien ylläpito. Käden hermovaurion jälkeinen kuntoutus pitää yleensä sisällään immobilisaatio vaiheen, mobilisointia, motoriikan ja sensoriikan kuntoutusta sekä mahdollisten virhe-asentojen ennaltaehkäisyä ja hoitoa. Tavoitteellisen kuntoutuksen lähtökohtana tulee olla toimintakyvyn lisääminen fysioterapian sekä toimintaterapian avulla ja ennen kaikkea potilaan omaaloitteinen kuntouttaminen, potilaan mahdollinen palaaminen takaisin aiempaan työympäristöön ja vapaa-ajan aktiviteetteihin sekä mahdollisimman itsenäinen käden käyttö. (Novak & von der Heyde 2013, 383; Ryu ym. 2011, 174, 178.)

Kuntoutuksen eri vaiheissa fysioterapeutin on huomioitava vaurioalueen proksimaalinen alue, sillä joskus ääreishermovaurioiden seurauksena tai yhteydessä myös selkärangan tasolla on voinut tapahtua muutoksia (Fysioterapeutin haastattelu 24.10.2014).

Käytännössä tärkein fysioterapiavaihe on silloin, kun toimintoja alkaa hiljalleen palata. Tällöin oikeanlaisten harjoitteiden ohjaaminen oikealla kuormituksella on fysioterapeutin vastuulla. Harjoitteet eivät saa olla liian helppoja, jotta kuntoutumista on mahdollista saavuttaa. (Fysioterapeutin haastattelu 21.11.2014.)

Hermovaurion jälkeistä kuntoutusta ohjaa myös vaurioituneen hermon anatomia. On huomioitava, että onko hermo esimerkiksi puhtaasti sensorinen vai motorinen hermo. Mikäli on kyse motorisesta hermosta, kuntoutuksessa tulee huomioida jänteiden mobilisointi, jotta jänteet pysyvät elastisena. Itse hermon paraneminen vie useita kuukausia ja vaikka hermo olisi parantunut toivotulla tavalla, voi olla, että optimaalinen toiminta ei ole mahdollista, jos jänteiden toiminta on heikentynyt ja ne eivät salli oikeanlaista liikettä. Sensorisen hermon vauriot tuovat taas lisähaasteensa, kun huomiota on kiinnitettävä enemmän ympärillä oleviin kylmiin, kuumiin ja teräviin esineisiin lisävaurioiden välttämiseksi. (Practical Plastic Surgery for Nonsurgeons 2007.)

Tavoitteiden asettelussa on aina muistettava yksilöllisyys. Tavoitteita ohjaavat käsikirurgin antamat toipumisennusteet. Kuntoutuksessa edistymistä kuvaavat realistiset mittarit on haettava kuntoutujan omasta elinympäristöstä. Tällöin hän voi kotona itsenäisesti harjoitella ja nähdä saman tien mahdollisen edistymisen. Näin mittarit toimivat myös motivaatio välineinä. Mittarina voi toimia kuntoutujalle käytännönläheinen asia, kuten vaatteiden pukeminen vaurioituneella kädellä. Kuntoutujan omat tarpeet ja resurssit määrittelevät osaltaan ohjattuja harjoitteita (Fysioterapeutin haastattelu 24.10.2014; Fysioterapeutin haastattelu 21.11.2014.) Tavoitteet laaditaan kuntoutujan, kirurgin ja terapeutin yhteistyössä (Toimintaterapeuttien haastattelu 25.11.2014).

Fysioterapeutin haastattelussa (24.10.2014) tuli ilmi, että itse hermon kuntoutusta ei voi olla liikaa, mutta kuntoutuksessa täytyy ottaa huomioon lihaksiston kuormitus. Liiallinen kuormitus voi aiheuttaa liiallisen maitohapon kertymisen lihakseen, joka puolestaan vaikeuttaa lihaksen käyttöä ja täten myös käden toiminnallinen harjoittelu heikkenee. Levon ja kuormituksen suhteeseen on siis kiinnitettävä huomiota.

Kuntoutusprosessin aikana terapiassa käyntimäärä ovat aina yksilöllistä. Kuntoutumista seuraavat fysioterapiakontrollit toteutetaan yleensä harvakseltaan, kahden viikon, yhden kuukauden tai jopa kahden kuukauden välein. Kontrollit riippuvat toipu-

misnopeudesta, kuntoutujan tarpeista, vauriosta, liitännäisvammoista ja mahdollisista komplikaatioista, kuten kivusta. (Fysioterapeutin haastattelu 21.11.2014.) Koska asiakkaan ohjaaminen oman kuntoutumisen etenemiseen korostuu, on vastaanotolle varattava riittävästi aikaa. Kuntoutuksen tavoitteet tulee sopia kuntoutujan kanssa yhdessä ja ne tulee lisäksi perustellen avata kuntoutujalle. Tällä tavoin kuntoutuja itse tietää miten ja miksi kuntoutus etenee, kuten on sovittu. (Toimintaterapeuttien haastattelu 25.11.2014.)

7.1 Kuntoutusprosessin vaiheet

Kuntoutusprosessi alkaa hermon korjauksesta (Ryu ym. 2011, 178), joka on pieni mutta tärkeä osa koko kokonaisuutta (Waldram 2003, 86). Heti leikkauksen jälkeen tulee huomioida leikkauksen jälkeinen turvotus ja **kipu**, sekä ennen kaikkea niiden **hallinta**. Neuropaattisen kivun on todettu olevan yhteydessä huonoon lopputulokseen ja vaikeaan toimintakyvyn alenemiseen. Leikkausalueella pidetään kahdesta kolmeen päivään haavaa suojaavaa sidosta. Leikkauksen jälkeisten viikkojen aikana tärkeintä on leikkauskohdan **immobilisointi**, niin, että hermojen yhteensovitus alue on suojattu ja että hermoihin ei kohdistu vetoa. Immobilisointivaihe kestää vaurioalueesta riippuen kahdesta neljään viikkoa. Jos vauriokohta on ranteessa tai sen lähellä, lastan tulee olla sellainen, että se estää ranteen liikkeen dorsaaliseen suuntaan. Sekä distaali- että proksimaalinivelten normaalit liikelaajuudet edistävät neuraalikudoksen paranemista. Näin ollen aikaisessa vaiheessa aloitetulla kontrolloidulla liikeharjoittelulla, mobilisoinnilla, voidaan edistää hermojen toisiinsa tarttumista ja hermon kasvua. (Novak & von der Heyde 2013, 383; Ryu ym. 2011, 178; Williamson & Waxman 1994, 99.)

Kirjallisuudessa on useita tutkimusraportteja hermosiirränäisleikkauksen jälkeisestä immobilisaation ajasta aina muutamasta päivästä useaan viikkoon. Erot johtuvat leikkauskohtaan kohdistuvasta jännityksestä (tension), liikelaajuuksista, potilaskohtaisista tekijöistä ja leikkaavan kirurgin mieltymyksistä. Aiemmin aloitettua mobilisointia ja liikeharjoittelua perustellaan neuraalikudoksen vähemmällä arpeutumisella ja sen liikkuvuuksien paranemisella. Myöhemmässä vaiheessa aloitettu mobilisointi taas perustellaan sillä, että arpeutumista ja kollageenin muodostusta ei katkenneen hermon päihin synny niin paljon, jolloin ne eivät heikentäisi hermon mahdollista uusiutumista. Immobilisaatioaikaan pätee kuitenkin tietyt aikaraamit; mikäli hermo on korjattu kiin-

nittämällä hermon päät suoraan yhteen, leikkausalueelle syntyvän jännitteen takia immobilisaatio aika olisi hyvä olla noin kolme viikkoa. Jos korjausleikkauksessa on käytetty hermosiirteitä eikä leikkauskohtaan kohdistu ylimääräistä jännitystä, voi immobilisaatio aika olla lyhyempi ja kontrolloidun liikeharjoittelun voi aloittaa 3-10 päivän kuluttua leikkauksesta. Tosin jotkut kirurgit jatkavat liikerajoituksia aina kolmeen viikkoon saakka. (Novak & von der Heyde 2013, 384.)

”Säännöllinen kuntoutus alkoi toisen korjausleikkauksen jälkeen, kun leikkauksesta oli kulunut noin viikko. Fysioterapia toteutui kerran viikossa kahden kuukauden ajan. Alkuvaiheessa kuntoutus painottui liikelaajuuksien lisäämiseen lääkäreiden ohjeistuksen rajoissa. Kyynärnivelen extensio kuntoutusjakson alussa oli 25°. Liikkuvuusharjoitusten rinnalla toteutettiin lymfa-hierontaa, jolla pyrittiin lievittämään leikkausalueen voimakasta turvotusta ja kipua.”

Immobilisaatioaika on riippuvainen myös vaurioaluetta ympäröivistä kudoksista, kuten lihasten ja jänneiden kunnosta. Kokonaisuutta on tärkeää seurata koko kuntoutuksen ajan. On muistettava, että mobilisointia olisi hyvä kuitenkin tehdä niille vaurioalueen distaalisesti ja proksimaalisesti sijaitseville nivelille, joita immobilisaatiovaihe ei koske. Tällöin leikkauksen jälkeiseen turvotukseen ja kipuun voidaan vaikuttaa. Liikkuvuusharjoitteita tulee tehdä siihen asti kunnes täydet liikeradat on saavutettu. Kun hermotus palaa lihaksiston alueelle takaisin, käden toimintaa tulee arvioida uudelleen ja usein. Näin seurannalla ja tutkimuksilla voidaan varmistaa lihaksissa oleva aktivaatio ja kuinka se palautuu. Lihasepätasapainoa voi olla siihen saakka kunnes riittävästi voimaa on saatu ja normaalit liikkumismallit on saavutettu. (Novak & von der Heyde 2013, 384.)

Waldramin (2003, 87) mukaan hermovaurion jälkeisessä kuntoutuksessa voidaan hyödyntää tiettyjä aikaraameja. Ensimmäisen kolmen viikon jälkeen leikkau päivästä tulisi huolehtia vauriokohdan suojaamisesta, joko kipsillä tai lastalla, jotta hermo saa rauhassa aloittaa luonnollisen paranemisprosessinsa. Seuraavassa vaiheessa, kolmesta viikosta kolmeen kuukauteen, tavoitteena on ennaltaehkäistä ei-toivottuja asentoja nivelmobilisoinnin ja yölastojen avulla. Tämän jälkeen aina 12 kuukauteen saakka odotetaan ensimmäisiä merkkejä sensoriikan palautumisesta ja aloitetaan tunnon uudelleen koulutus, ”sensory re-education”. Kolmen kuukauden ja puolen vuoden välillä

on odotettavissa myös merkkejä motoriikan palautumisesta ja tällöin lihasvoimaa voidaan alkaa harjoittamaan.

Thornton ja Kayn (2009, 83) mukaan leikkauksen jälkeisessä kuntoutuksessa on välttämätöntä kiinnittää huomiota kaikkien **nivelten** passiivisten **liikkuvuuksien** täysiin liikeratoihin ja niiden ylläpitämiseen. Jos ne jätetään kuntoutumisen aikana huomioimatta, voi useiden vuosien jälkeen tapahtuva paraneminen olla jopa mahdotonta nivelten huonon liikkuvuuden vuoksi. Jotta tämä osa-alue tulee tarpeeksi hyvin kuntoutuksessa huomioitua, se ei edellytä vain terapeutin aktiivista roolia, vaan myös kuntoutuja itse ja hänen perheenjäsenet tulee saada aktivoitua ja harjoitteita tulee tehdä useita kertoja joka päivä ja useamman vuoden ajan.

Myös käytännön kokemuksen mukaan terveiden nivelten liikkuvuuksien ylläpitämiseen on syytä kiinnittää jo kuntoutuksen varhaisessa vaiheessa, leikkauksen jälkeen sairaalassa, huomiota. Immobilisaation aikana kuntoutujan terveiden nivelten aktiivisesta liikkuvuudesta tulee huolehtia, jotta jatko-ongelmat voidaan mahdollisimman pitkälle välttää. (Fysioterapeutin haastattelu 21.11.2014.) Lisäksi lihasten **kontraktuuriin** eli tahdosta riippumattomaan lihaksen kutistumiseen, on kiinnitettävä huomiota ennalta ehkäisevästi (Toimintaterapeuttien haastattelu 25.11.2014).

”Ensimmäisen kuntoutuskuukauden jälkeen aloitettiin kyynärnivelen rotaation sekä ranteen- ja olkanivelen liikkuvuuksien ylläpitoharjoitteet. Lisäksi fysioterapeutti teki faskia- ja arpikudoskäsittelyjä, jotta mahdolliset arpikiinnikkeet ja faskiat saatiin auki. Toimintaterapeutin johdolla alkoi myös peiliterapia noin kuukausi toisen korjausleikkauksen jälkeen. Peiliterapia toteutui kuntoutujan toimesta kotiooloissa toimintaterapeutin antamien ohjeiden mukaan. Tällöin aloitettiin myös lihasvoimaharjoittelu lihas-aktivaation lisäämiseksi. Kyynärnivelen ekstensio oli hieman lisääntynyt, mutta ojennusvajetta oli edelleen.”

Hermovaurion postoperatiivisessa kuntoutuksessa harjoittelun painopisteet voivat vaihdella, kuten myös terapiassa käyntimäärät. Aluksi keskitytään asentohoitoihin, liikeharjoitusten ohjaukseen sekä ortoosihoitoihin. Kuntoutuksen keskivaiheilla huomio voi kiinnittyä tuntoasioihin, aktiivisiin lihasharjoitteisiin sekä niiden suunnitte- luun ja ohjaukseen ja lisäksi toiminnallisiin harjoitteisiin kuten erilaisiin oteharjoituk-

siin. Kuntoutuksen loppuvaiheessa esille voivat nousta erityisesti kuntoutujan työhön liittyvät asiat, käden toiminnan ja sensoriikan puutokset sekä näiden myötä kuntoutujan psyykkisen tuen tarve. (Toimintaterapeuttien haastattelu 25.11.2014.)

”Kahden kuukauden tiiviin kuntoutusjakson jälkeen fysioterapiaa toteutettiin kerran kuussa. Näillä kuntoutuskerroilla fysioterapia keskittyi liikelaajuuksien mittaamiseen sekä lihaskireyksiensä minimointiin esimerkiksi faskiakäsittelyllä.”

7.2 Kuntoutuksen keinot

Kuntoutus voi koostua monesta eri terapiamuodosta. Kaikkien kuntoutuspolut eivät ole välttämättä samanlaiset, vaan kuntoutujille poimitaan heidän tarpeisiinsa sopivat kuntoutuksen keinot (taulukko 5).

TAULUKKO 5. Teoriatietoon sekä asiantuntijahaastatteluihin pohjautuvat kuntoutuksen keinot

KUNTOUTUKSEN KEINOT	
Sähköhoito	Kivun hallinta
Lihaskivun harjoitteet	Lymfaterapia
Sensoriikan uudelleen opettaminen	Arpihoito
Peiliterapia	Lastat ja tuet
Karaisuhoito	Ihohoito
Painehoito	Psykososiaalinen näkökulma
Vesiterapia	

Sähköistä lihasstimulointia (electrical muscle stimulation) käytetään yleisesti hermovaurioiden jälkeisessä kuntoutuksessa. Sähkön käyttöä osana kuntoutusta on tutkittu, mutta sen hyödyistä ja tehoista saadut tulokset ovat olleet rajallisia ja ne on pääsääntöisesti kerätty verrattain pienistä tutkimusraporteista. Lihaksessa ei tapahdu merkittäviä peruuttamattomia muutoksia, mikäli hermoimpulssi ei jostain syystä hetkellisesti tavoita kohdelihasta. On kuitenkin selvää, että mitä pidemmän aikaa lihas on ilman siihen tulevaa hermoimpulssia, sitä huonommat sen ennusteet toipumisen kannalta on. Jos kyse on pidemmästä ajasta, noin 18–24 kuukaudesta, lihas atrofioiduu puuttuvan hermotuksen takia. Sähköhoidon tavoitteena on saada lihaksessa aikaan

aktivaatiota eli supistusta, jotta sen toiminta ei pysyvästi lakkaisi ja atrofiaa ei syntyisi. (Novak & von der Heyde 2013, 386.) Rottien iskiashermoille tehdyssä tutkimuksessa paras toimintakyvyn palautuminen saatiin käyttämällä teholtaan matalaa sähkövirtaa (Lu ym. 2009, 1066).

Toisena perusteena lihaksen toiminnan mahdollisimman optimaaliselle kuntoutukselle, on **vaurioituneeseen hermoon vaikuttaminen**. Tällöin sähköhoitoa voidaan käyttää suoraan vaurioituneen hermon alueelle. (Novak & von der Heyde 2013, 387.) Jyr-sijöille ja rotille tehdyissä tutkimuksissa jopa vain yksittäinen yhden tunnin sähköstimulaatiohoito hermon alueelle antoi positiivisia tuloksia uudelleen hermotuksessa ja toimintakyvyn palautumisessa (Ahlborn ym. 2007, 137).

Pilottitutkimuksessa Gordon ym. (2010) tutkivat sähköhoidon vaikutuksia potilailla, joille oli tehty leikkaus rannekanavan pinnetilan takia. Sähköstimulointia käytettiin niin ikään yhden tunnin ajan välittömästi pinnetilan kirurgisen vapautusleikkauksen jälkeen mediaanihermon alueelle. Matalataajuisella lyhyellä sähköhoidolla huomattiin olevan vaikutusta aksonin uusiutumisen nopeuteen ja se myös paransi sekä motorisia että sensorisia rajoitteita käden alueella.

”Tapausesimerkkimme kuntoutuksessa käytettiin sähköistä lihasstimulointia pääasias-sa kämmenen alueella ja joitakin kertoja käsivarren alueelle. Koska TNS:n tai NMES:n avulla ei kämmeneen saatu aikaiseksi tarpeeksi vahvaa virtaa liian suurten elektoreiden avulla, käytettiin kuntoutumisen ohella tasavirtaa kynäelektrodin välityk-sellä. Tämän avulla kämmenen pieniin lihaksiin saatiin aikaiseksi lihassupistuksia.”

Sähköhoidot voivat vaikuttaa lihaksen voimaan, joka on tärkeä sen toiminnan kannalta, mutta se ei ole ainoa yläraajan motorisessa toiminnassa huomioon otettava asia. Jotta hermovaurion jälkeen hyvälle motoriselle toiminnalle on mahdollisuudet, täytyy nivelessä olla passiivisesti täydet liikeradat, lihasten tulee olla tasapainossa ja liike-mallien on oltava normaalit. Hermovaurion jälkeen ongelmaksi usein nousevat kom-pensaatioliikkeet, lihasheikkous sen käytön puutteesta, ei niinkään vauriosta johtuen, ja muuttunut sensomotorinen ”hermo-kartasto”. Motorisen ja sensorisen hermoston sopeuttaminen uuteen tilanteeseen on välttämätöntä optimaalisen tuloksen saavuttami-
seksi. (Novak & von der Heyde 2013, 387.)

NMES (neuromuscular electrical stimulation) on lihasten sähköstimulaatiota, jonka avulla lihaksessa saadaan aikaan supistuksia tai värinää elektrodien avulla. Elektrodit kiinnitetään valitun lihaksen kohdalle ja impulssit stimuloivat hermoja, jolloin lihas reagoi supistumalla. NMES:iä voidaan käyttää sekä kuntoutuksessa, että urheiluvallennusta täydentämässä ja se sopii kaikille lihaksille. NMES sopii leikkauksen, repeämän tai muun vastaavan lihasta heikentäneen jälkeen lihaksen vahvistukseen ja liikkuvuuden parantamiseen. (CEFAR Medical AB 2007.) NMES:iä voidaan käyttää perinteisen fysioterapian lisänä lihaksen vahvistamisessa ja ylläpitämisessä (Neuromuscular Electrical Stimulation, NMES 2014).

Gruther ym. (2010) pilottitutkimus osoittaa, että NMES-lihasstimulaatiolla voidaan ylläpitää ja jopa kasvattaa lihaskudosta. Viisi kertaa viikossa neljän viikon ajan potilaat saivat polven extensoreihin NMES:iä puolen tunnin- tunnin ajan. Potilaille tehtiin ultraäänen avulla lihasten mittaukset sekä ennen, että jälkeen testausjakson ja lihaskasvua oli tullut merkittävästi, 4,9 %, aiempaan verrattuna. NMES:n taajuutena käytettiin 50 Hz:ä ja pulssirytmänä oli 0,35ms (350 mikrosekuntia), kahdeksan sekunnin ajan stimulaatio ja 24 sekunnin ajan tauko.

Fysioterapeutin haastattelussa (24.10.2014) ilmeni, että NMES:n käyttö on tuottanut hermon paranemisen kannalta joillain kuntoutujilla hyviä tuloksia, kun impulssin pituus on maksimissaan ollut 350 mikrosekuntia (0,35 millisekuntia). Lisäksi toinen asiantuntija oli käyttänyt NMES:ä 10–50 Hz taajuudella impulssin pituuden ollessa 250–450 mikrosekuntia (0,25–0,45 millisekuntia) (Fysioterapeutin haastattelu 3.12.2014).

Lihaskivahjoitusteiden ensimmäisenä tavoitteena on saada aikaan lihassupistus ja sen jälkeen voidaan aloittaa lihasvoimaharjoittelu painovoima eliminoituna. Seuraavaksi kuntoutuksessa edetään hetkellisiin staattisiin pitoihin isometrisin harjoittein. Seuraavassa vaiheessa lihas-hermojärjestelmää haastetaan tuomalla mukaan jarruttava eli eksentrisen, hallittu lihastyötapana. Tämän jälkeen voidaan tehdä konsentrisia harjoitteita (lihaksen supistuessa se myös lyhenee) ja lähtöasento huomioon otettuna voidaan joko hyödyntää tai sitä voidaan käyttää vastuksen lisäämisessä. (Fysioterapeutin haastattelu 24.10.2014; Mustaniemi 2010, 245–246.) Harjoitteissa huomioidaan ja ohjataan myös arkitoimista suoriutumista. Kun tiettyyn lihakseen kohdistuva

harjoite onnistuu, mukaan otetaan toiminnalliset harjoitteet, kuten ote- ja näppärysharjoitteet. Kuntoutujalle annetaan kaikki ohjeet kirjallisena omatoimisen harjoittelun tueksi. (Fysioterapeutin haastattelu 21.11.2014.)

”Tapausesimerkkimme aloitti noin kuukausi toisen korjausleikkauksen jälkeen, sovelletun lajiharjoittelun, jossa vaurioitunut käsi toimi apukätenä. Tässä vaiheessa hermostoliitokset olivat parantuneet. Noin kahden kuukauden kuluttua vaurioitunut käsi otettiin harjoiteluun aktiivisesti mukaan.”

Fysioterapiassa harjoitteiden lähtökohtana on vaurioituneen käden olemassa olevan toimintakyvyn arviointiin perustuen oikean tasoisten harjoitteiden teettäminen kuntoutujalla. Tällä taataan kuntoutujalle mahdollisuus onnistumisen tunteeseen. Harjoitteiden aikana kuntoutuja on itse aktiivinen toimija kykyjensä mukaan. Kun sen hetkisen saavutetun aktiivisen toiminnan raja tulee vastaan, liikkeiden passiivinen avustus esimerkiksi toisella, terveellä kädellä tulee mukaan. Edellä mainituissa passiivissa harjoitteissa on tärkeää potilaan oma osallistuminen. Harjoitteiden vaikeustaso määräytyy heikomman käden jaksaminen mukaan ja harjoitteet tulee suorittaa symmetriaan pyrkien. (Fysioterapeutin haastattelu 24.10.2014.)

Hermosiirrännäisleikkausten jälkeen lihaksilla on toisenlainen tilanne, kun käskyt tulevat lihaksiin uuden hermoreitin kautta. Tämän takia kuntoutuksessa on lihasvoiman ja tasapainon lisäksi kiinnitettävä huomiota myös uusien motoristen mallien ja ”karttojen” opetteluun. Kuten kaiken muunkin uuden opettelussa, myös lihasten kuntouttamisessa vaaditaan paljon harjoituksia ja toistoja, jotta oikeat liikemallit onnistuvat. (Novak & von der Heyde 2013, 384.)

Harjoitteita tulee tehdä useita kertoja päivässä palautuminen huomioon ottaen. Mikäli harjoitteita tehdään liikaa ja lihas ylikuormittuu, on vaarana virheasentojen syntyminen kompensatioliikkeiden seurauksena. Väsyneenä riskit aina kasvavat ja tarkkuus liikkeiden suorittamiseen heikkenee, jolloin seurauksena voi olla esim. rajoitettujen liikelaajuuksien ylittäminen niin, että hermo voi päästä venyttätymään toipumisen alkuvaiheessa. (Fysioterapeutin haastattelu 24.10.2014.)

Sensoriikan uudelleen opettaminen (sensory relearning), on ajankohtaista siinä vaiheessa, kun tunto alkaa palautua vaurioalueelle. Koska jokaisella aksonilla on oma ”tietopiste” aivojen kuorikentällä, on kosketustieto opetettava uudelleen. (Vastamäki 2000, 460.) Sensorisen toiminnan uudelleen opetteluun kuuluu eri osa-alueiden harjoittaminen. Tunnon aistiminen, kosketuksen paikantaminen ja erilaisten mallien ja tekstuuriin tunnistaminen näköaistin avulla ja ilman ovat osa harjoittelua. Kuntoutujan motivaatiolla on suuri vaikutus harjoittelun tuloksellisuuteen. (Dahlin 2008, 15.)



KUVA 17. Peiliterapia (Suomalainen Lääkäriseura Duodecim 2011)

Peiliterapia (kuva 17) on paljon käytetty hermovauriokuntoutujien kanssa. Peiliterapian avulla pyritään parantamaan aivojen ja käden välistä viestinvälitystä ja sen tarkoituksena on aktivoida vaurioituneen käden motorinen alue aivoissa. Peili-terapiassa peili asetetaan käsien väliin. Kuntoutujan tehtävä on seurata terveen käden puolta ja sen toimintaa ja samaan aikaan kuntoutujalle tulee vaikutelma, että myös vaurioitunut käsi toimii. (Berglund-Hintze & Voipio 2011.) Peiliterapian vaikeus-aste on aina asetettava kuntoutujan yksilöllisen toimintakyvyn mukaan. Terapiatilanteen tulee aina olla häiriötön, sillä kuntoutujan keskittyminen terveeseen käteen vaatii huomattavaa keskittymistä. (Suomalainen Lääkäriseura Duodecim 2011.) Mikäli kuntoutuja kokee hyötyvänsä peiliterapiasta, fysioterapeutti ohjaa hänelle kotiharjoitteet. Harjoittelu on tällöin kotona omatoimisesti toteutettavaa, jota kontrolloidaan fysioterapiakäynneillä. (Fysioterapeuttihaastattelu 21.11.2014.)

Karaisuhoidoita käytetään yleisesti yliherkän ihotunnon sietokyvyn kehittämisessä. Ihon yliherkkyyden myötä tavallisesti kipua aiheuttamaton ärsyke tuottaa kipua saaden aikaan voimakkaan kipureaktion vauriokohdassa tai sen läheisyydessä. Yleisesti syynä on joko osittainen tai täydellinen hermovaurio, joka aiheuttaa kipu- ja koske-

tusyliherkkyyttä tai tunnottomuutta. Karaisuhoidoilla pyritään asteittain parantamaan yliherkän ihon sietokykyä, jolloin esimerkiksi käden tai sormien normaali käyttö päivittäisten toimintojen yhteydessä tai työssä ilman kivun tai ärsytyksen tunnetta voidaan mahdollistaa. (Potilasohje–Ihotunnon yliherkkyyden karaisuhoito-ohjelma 2011.)

Karaisuhoitoja käytetään kuntoutujilla aina tilanteen mukaan. Kaikille ohjataan niin sanottu arkikaraisu ja hankalempien oireiden kanssa painiskelevat ohjataan toimintaterapeutille. Potilaalle annetaan yksikertaiset karaisuohjeet arkitoimiin liittyen kirjallisena. (Fysioterapeuttihaastattelu 21.11.2014.) Kuntoutujan itsensä toteuttama arkikaraisu aloitetaan pehmeistä materiaaleista, joista sietokyvyn kasvaessa siirrytään aina karheampiin pintoihin. Herkistynyttä ihoaluetta voidaan ärsyttää sivelemällä, painelemalla tai taputtelemalla. Kun yliherkkyyden tunnetta ei enää tule, kuntoutuja siirtyy karheampiin materiaaleihin. (Fysioterapeutin haastattelu 3.12.2014)

Painehoito perustuu nimensä mukaisesti paineen vaikutukseen. Painehoito toteutuu useimmiten painetekstiileiden avulla. Arpikuntoutujien käytössä olevan tekstiilin jäykkyys on sama koko tekstiilin matkalta, kun taas turvotuksen vähentävissä tekstiileissä jäykkyys vähenee proksimaalisesti. Arpikuntoutujien tekstiilin aiheuttaman paineen tarkoitus on vähentää arpeen mahdollisesti muodostuvaa arven liikakasvua ja arpikiinnikkeitä. Turvotuksenhoitoon käytettävien tekstiilien jäykkyyden muutos saa aikaan oikeanlaisen kompression raajaan ja täten auttaa kehon omaa luonnollista lymfakiertoa. (Lymed 2014.)

Painehoittoa käytetään kuntoutujilla tarpeen mukaan ja se on hyvä apu, mikäli kuntoutujalla on turvotuksesta johtuvaa kipua ja tällöin voidaan käyttää esimerkiksi painetekstiilejä. Myös yliherkkyyden suojaamiseen kuntoutumisen alkuvaiheessa voidaan painehoidolla tuoda helpotusta. (Fysioterapeuttihaastattelu 21.11.2014.) Painehoitoja käytetään kuitenkin melko harvakseltaan (Toimintaterapeuttien haastattelu 25.11.2014).

Vesiterapia (aqua therapy) on monikäyttöinen fysioterapiamuoto, jota voidaan hyödyntää akuuttivaiheen vaurioista aina krooniseen sairauteen saakka. Vesiterapiasta hyötyvät muun muassa luustolihaksiston ongelmien kanssa painivat kuntoutujat ja

lisäksi kipupotilaat, sillä vesi stimuloi iholla olevien sensorisien hermojen päitä. Se on lisäksi turvallinen terapiamuoto veden muodostaman tuen ansiosta. Vesiterapian vaikutukset perustuvat veden erityisominaisuuksiin, kuten hydrostaattiseen paineeseen, nosteeseen ja vastukseen. (Becker 2009.) Vesiterapian hyödyntäminen voidaan ohjata hermovauriokuntoutujille omatoimisen harjoittelun osaksi, mikäli kuntoutuja on motivoitunut ja kiinnostunut siitä (Fysioterapeutin haastattelu 21.11.2014).

Thorntonin ja Kayn (2009, 83) mukaan kipu on yleistä ääreishermovaurioissa. Heidän mukaan **kivunhallintaan** tulisi kaikkien ammattiryhmien yhdessä, niin terapeuttien ja kirurgien kuin kaikkien kivun ammattilaisten, kiinnittää huomiota. (Thornton & Kay 2009, 83.) Neurotmeesi- ja aksonotmeesi-tapauksissa vauriot johtavat yleensä rakenteellisiin ja toiminnallisiin muutoksiin ja näiden kautta krooniseen neuropaattiseen kipuun. (Soinila ym. 2006, 507.) Kivun hoidossa voidaan käyttää arven hieromista, karaisuhoidoja, erilaisia voiteita ja injektioita, TNS:iä ja kipulääkkeitä (The Dellion Institutes for Peripheral Nerve Surgery 2012). TNS (transkutaaninen neurostimulaatio) auttaa sekä akuuteissa, että kroonisissa kiputiloissa. Korkeataajuinen TNS vaikuttaa aktivoimalla kehon omat kivunlievitysmekanismit ja tällöin kipusignaalien pääsy aivoihin estetään. Matalataajuinen TNS puolestaan vapauttaa endorfiineja, kehon omaa luonnollista kipulääkettä. TNS on turvallinen hoitomenetelmä ilman sivuvaikutuksia. (CEFAR Medical AB 2007.)

TNS:iä käytettäessä asetukset ovat aina kuntoutujakohtaisia ja riippuvat aina hoitovasteesta. Kuntoutujilla on mahdollisuus saada TNS-laite lainaksi kotiin ja tällöin kuntoutujaa ohjataan käyttämään laitetta tehokkaasti ja ennen kaikkea turvallisesti. (Fysioterapeuttihaastattelu 21.11.2014.)

Kipua voi olla vaikea arvioida, mutta käytännön kokemuksen mukaan VAS-kipujana on kivun arvioinnissa hyvä mittari. Mikäli kuntoutujan arvioima kivun lukema ylittää numeron viisi, on kivun hallintaan kuntoutuksessa syytä kiinnittää riipeästi huomiota. Kivun lievitykseen voidaan kokeilla interverenssi- sähköhoitoa tai mikrovirtaa. Lisäksi akupunktio voi olla kokeilun arvoinen, mikäli kuntoutuja on valmis sitä testaamaan. Kivun luonnetta, sen provosoitumista ja kiputuntemuksen rauhoittumista tulee tarkasti seurata. Hermokivun tunnetta ei tule tahallisesti ärsyttää ja mikäli kipu ei rauhoitu pidemmänkään ajan päätä, on se viesti liian pitkälle viedyistä harjoitteista. On kuitenkin

kin muistettava, että kivun tuntemus ja sen sietokyky ovat yksilöllisiä. Ihon yliherkkyys voi vaurion jälkeen ilmetä lämpöherkkytenä, mutta hermovaurion kroonistuessa sen on huomattu muuttuvan joskus kylmäherkkyudeksi. (Fysioterapeutin haastattelu 3.12.2014)

Lymfaterapia kiihdyttää ja parantaa ihmisen imunestejärjestelmää, jolloin sillä on turvotusta vähentävä vaikutus. Imunestejärjestelmän tärkeimpänä tehtävänä on kuljettaa verenkiertoon sellaiset aineet ja nesteet, mitä laskimojärjestelmä ei pysty. Imunestejärjestelmä ei ole ainoastaan nestetasapainon ylläpitäjä, vaan se on myös tärkeä osa ihmisen puolustusjärjestelmää. Jos imunestejärjestelmän toiminta on jostain syystä heikentynyt, kudokseen kertyy nestettä ja tämä näkyy iholla turvotuksena. Tulehdukset, traumat sekä kirurgiset toimenpiteet voivat olla aiheuttajina imunestejärjestelmän vajaatoimintaan. Lymfaterapia pyritään turvotuksen vähentämisen lisäksi myös kivun lievittämiseen. (Suomen Vodder-Lymfaterapeutit ry 2014; Terveystalo 2014b.)

Arpihoidot kuuluvat usein leikkauspotilaiden kuntoutusprosessiin. Leikkaushaavaan syntyy sen paranemisprosessin aikana arpikudosta. Arpikudoksen muodostumisessa on kyse vaurioituneen kudoksen korvaamisesta uudella sidekudosaineella. Arpikudos ei koskaan vedä vertoja alkuperäiselle iholle, sillä ihon koostumuksen muututtua esimerkiksi verenkierto arpikudoksessa on heikompa. Lisäksi arpikudos on alkuperäiseen ihoon verrattuna paljon jäykempää, eikä se ole niin vahvaa kuin alkuperäinen iho. Arven väri on usein myös haaleampi. Arpikudosta syntyy heti, kun ihoon syntyy vaurio, mutta sitä voi kehittyä vielä 1-1,5 vuoden ajan vaurion jälkeen. Haavan paranemiseen vaikuttavat haavan sijainti, millainen haavansuunta on ihoon nähden sekä mahdolliset komplikaatiot, kuten esimerkiksi tulehdus. Paksu, ylikasvanut arpikudos, josta käytetään myös termiä arpikiinnikkeet, voivat aiheuttaa kuntoutujalle vauriokohdan kipuja sekä kiristyksen tunnetta. Arpikiinnikkeitä voidaan käsitellä hellästi hieromalla sekä venyttämällä arpea, kivuttomuuden sallimissa rajoissa sekä kudoksen elastisuutta mukaillen. (O.T.E Hoitokeskus 2014; Sairaala Siluetti 2011.) Fysioterapeuttia haastateltaessa tuli ilmi, että arpihoito on tarpeellinen ja sitä käytetään usein hermovaurion postoperatiivisen kuntoutuksen osana (Fysioterapeutin haastattelu 21.11.2014).

Lastat ja tuet sekä niiden käyttö muodostavat yhden kuntoutuksen osan ja kuntoutuksen alkuvaiheessa ne ovat suuressa roolissa. Niiden avulla voidaan vaikuttaa alentavasti alkuvaiheen kipuun ja turvotukseen. Alkuvaiheen tärkeitä lastoja on esimerkiksi lepolasta, yölasta sekä venytyslata. Kuntoutuksen myöhemmässä vaiheessa mukaan tulee enemmän toiminnalliset lastat, joiden avulla pyritään lisäämään liikettä ja parantamaan käden asentoa. (Berglund-Hintze & Voipio 2011.)

N. radiaalisen vaurioissa kuntoutujalla on usein päiväkäytössä rannetuki ja tarpeen vaatiessa yölasta, jonka tarkoituksena on tukea ranne ja sormet extensioon. N. medianuksen vaurioissa päivälaskan tehtävänä on peukalon oppositio-liikkeen tukeminen ja yölastalla ylläpidetään peukalon volaarista abduktiota. Pelkän n. ulnariksen vaurioissa claw-lastat auttaa päiväkäytössä IV-V-sormien IP-nivelten ekstensiota, mutta mikäli jänneperäisiä kireyksiä lisäksi on, claw-asentoinen yölasta on hyödyllinen. Lastat tehdään fysioterapeuttien ja toimintaterapeuttien yhteistyössä. (Fysioterapeutin haastattelu 21.11.2014.)

Vaurioituneen alueen **ihonhoitoon** ja siitä huolehtimiseen on kiinnitettävä erityishuomiota, kun sensoriikka on häiriintynyt. Kuumien ja terävien esineiden käsittelyssä on syytä olla varovainen. Pitkäkestoista kylmäaltistusta tulee välttää ja kaikki käden asentoa korjaavat tuet ja lastat on tarkistettava säännöllisesti, jotta ne eivät aiheuta iho-ongelmia. Iho tulee pitää puhtaana ja kuivana ja ihon kunnon tarkistus tulee olla osa päivittäistä rutiinia. (Roghani & Rayegani 2014.) Käytännössä kuntoutujalle annetaan tunnottoman ihon suojaamisohjeet kirjallisena, jotta he osaavat varoa ja huomioida tuntopuutokset jokapäiväisessä elämässä (Fysioterapeutin haastattelu 21.11.2014).

”Kuusi kuukautta toisen korjausleikkauksen jälkeen kontrollikäynnillä todettiin atrofiaa kyynärvarren alueella ja kädessä. Lisäksi sormien koukistusliikkeen todettiin tulevan massaliikkeenä muista fleksoreista flexor digitorum superficialiksen sijaan. Kyynärnivelleessä oli edelleen 30° ojennusvaje, jotka todettiin CT-kuvan (tietokone-tomografia) perusteella johtuvan kyynerpäässä olevista luisista irtopaloista. Sormien kärkinivelissä oli jonkin verran aktiivista fleksiota ja II-sormen abduktio onnistui muutaman asteen. Sormien adduktio ei kuitenkaan onnistunut. Nervus ulnaririksen todettiin edenneen noin yhdeksän senttimetrin päähän proksimaalisesti rannepoimusta.”

Thornton ja Kayn (2009, 83) mukaan hermovaurion kuntoutuksessa tulee huomioida myös kuntoutuja **psykososiaalisesta näkökulmasta**. Raajan toimintakyvyn menettäminen, kipu, mahdollisen työkyvyn menetys ja oman ruumiinkuvan muuttuminen vaativat kuntoutujan psyykkeeltä paljon. Näin ollen psykologin olisi hyvä kuulua edes jossain määrin muiden ammattilaisten ohella kuntoutuspolun osaksi. Lisäksi vertaisryhmät voivat tarjota kuntoutujan tarvitsemaa tukea oman tilanteen hyväksymisessä.

Käytäntö osoittaa, että kuntoutujan tullessa vastaanotolle, tulisi hänen psyykkistä kuormitusta seurata ja erityisesti tukea (Toimintaterapeuttien haastattelu 25.11.2014).

”Hieman vajaa kaksi vuotta vaurion ajankohdasta fysioterapia kuuluu tapausesimerkimme arkeen noin kerran tai kahdesti kuukaudessa. Muun ajan hän kuntouttaa harjoittelunsa ohella käyttä terapeuttien antamien ohjeiden mukaan. Käden kylmäherkkyys ja kipu aiheuttavat ongelmia vaikkakin kädestä puuttuvat motoriset toiminnot hankaloittavat normaalia elämää ylivoimaisesti eniten. Vaivaksi on myös muodostunut jalka, josta hermosiirre alun perin käteen otettiin. Kantaluun normaali liike on rajoittunut ja akillesjänteen kanssa on haasteita ison haavan takia.”

8 POHDINTA

8.1 Tulokset

Opinnäytetyömme tarkoituksena oli koota tämän hetken tiedon pohjalta tiivis, mutta kattava moniulotteinen paketti opetusmateriaalin muodossa fysioterapiaopiskelijoille, jota lisäksi fysioterapeutit sekä toimintaterapeutit pystyvät hyödyntämään hermovaurio potilaan kuntoutusta suunniteltaessa. Aiheen valinta oli mielestämme onnistunut, sillä se on innostava ja mielenkiintoinen, mutta myös sellainen aihe, jonka saralla varmasti lähitulevaisuudessa tapahtuu paljon esimerkiksi teknologian kehittymisen myötä. Onnistuimme mielestämme hyvin aiheen rajauksessa, sillä kaikissa käden kolmen päähermon, nervus medianuksen, nervus ulnariksen ja nervus radialiksen, vaurioissa voidaan käydä läpi samat diagnosoinnin, leikkauksen ja kuntoutuksen pääpiirteet. Opinnäytetyön alkuvaiheessa pääsimme keskustelemaan vapaasti muutamien asiantuntijoiden kanssa aiheestamme ja keskustelujen myötä aihealueemme rajaus selkeni ja saimme samalla vahvistuksen siitä, ettei aiheemme ollut liian laaja. Mikäli

olisimme ottaneet mukaan vielä plexus brachialiksen, hartiapunoksen, olisi se laajentanut aiheitamme liiaksi, emmekä usko, että oma oppiminen ja aiheen ymmärrys olisi riittänyt niin laaja-alaisen lopputyön tekemiseen.

Koska fysioterapian tulee olla näyttöön perustuvaa, olemme koonneet perustellen teoriaa fysioterapian etenemisestä hermovaurion postoperatiivisen kuntoutuksen eri vaiheissa. Perusteita on haettu anatomian ja fysiologian näkökulmasta sekä taustalla olevasta tutkimustusta tiedosta. Teoriapohja ohjasi esiin nostamiamme tutkimuskysymyksiä ja koemme, että onnistuimme sekä niiden asettelussa, että niiden perusteella tuottamassamme tiedossa. Opinnäytetyöprosessissa haasteellista oli löytää varsinaista tutkimustietoa hermovaurioihin liittyvästä kuntoutuksesta ja vaikuttavuudesta, sillä kuten jo Novak ja von der Heyden (2013) toivat esille, vielä ei ole tehty lainkaan sellaista tutkimusta, jossa olisi tutkittu vertaillen hermosiirrännäisten jälkeistä kuntoutusta ja sen vaikuttavuutta fysioterapian näkökulmasta. Tällöin asiantuntijahaastattelusta saadun käytännön kokemuksen arvo mielestämme korostuu ja sekä kirjallisuuskatsauksen myötä esiin tullut teoria, että koottu käytännön tieto tukevat toisiaan hyvin. Olimme onnekkaita saadessamme haastatella eri ammattiryhmien huippuosaajia, jolloin opinnäytetyössä nousee esiin myös moniammatillinen näkökulma.

Vaikka rottatutkimuksista saadut tulokset eivät ole välttämättä täysin verrannollisia ihmisiin, ovat ne osoitus siitä, että sähköön vaikutuksia hermovaurioissa tulisi tulevaisuudessa tutkia enemmän (Novak & von der Heyde 2013, 387). Jatkossa leikkausteknologian edistyessä vaikutukset näkyvät myös varmasti hermovaurion postoperatiivisessa kuntoutumisessa. Mikäli leikkaustilanteessa motoriset ja sensoriset hermot pysytään helposti ja nopeasti erottamaan toisistaan ja näin ollen myös kiinnittämään toisiinsa, kuntoutumisen ennuste myös varmasti paranee.

Hermovaurion postoperatiivinen kuntoutus tulee olla kuntoutujalähtöistä ja kokonaisvaltaista anatominen biomekaniikka huomioiden. Kuntoutusprosessi on aina yksilöllinen, sillä kuntoutujan oman motivaation ja resurssien lisäksi kuntoutukseen vaikuttavat hermon ja mahdollisesti muiden vaurioituneiden kudosten paraneminen. Näiden kudosten ja hermon paraneminen on aina ennalta arvaamatonta. Hermovaurion postoperatiivisessa kuntoutuksessa alkuvaihetta lukuun ottamatta kuntoutujan rooli on suu-

ri, sillä varsinaisen kuntoutuksen ja harjoittelun kuntoutuja toteuttaa itse terapeuttien toimiessa ohjaajan ja kannustajan rooleissa.

8.2 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyömme teoriaosuuden kirjalliset lähteet olemme valinneet huolellisesti. Valintakriteereinä oli tärkeimpänä kirjallisuuden luotettavuus, johon vaikutti muun muassa teosten tekijät, heidän asiantuntijuutensa ja mahdolliset erikoiskoulutukset. Toinen kriteeri oli teoksen julkaisuvuosi ja julkaisupaikka. Pyrimme käyttämään tuoretta, 2000-luvulla tai myöhemmin julkaistua aineistoa, terveydenalan arvostetuista teoksista ja lehdistä. Luimme aluksi teoriapohjaa monesta eri lähteestä ja tällä varmistimme oman oppimisen lisäksi myös lähteidemme luotettavuuden. Olimme tarkkoja kirjallisia lähteitä käyttäessä, että tekijänoikeuksia kunnioitettiin kirjaamalla kaikkien käyttämiemme lähteiden tiedot heti tarkasti ylös. Elektronisten lähteiden kriteerit olivat tiukemmat, jolla pystyttiin varmentamaan oikeanlaisen tiedon hankita ja välttämään epäluotettavien lähteiden käyttöä.

Haastattelukysymyksiä suunnitellessa on huomioitava tutkimuksen teoreettiset taustat sekä haastattelun tavoitteet. On myös osattava perustella miksi haastattelumenetelmä on valittu tiedonkeruumenetelmäksi. Haastattelun luotettavuuden kannalta on ehdotoman tärkeää laatia haastattelurunko, jonka avulla haastattelu tehdään, sillä se ohjaa sekä haastattelijaa että haastateltavaa. Jos haastattelu tapahtuisi ilman runkoa, olisi haastattelu niin sanotusti vapaahaastattelu, jolloin aiheesta poikkeaminen olisi todennäköistä. (Anttila, Pirkko 2000, 368–340.) Tiedonkeruu menetelmäksi haastattelu oli mielestämme oikea vaihtoehto, koska tutkimustietoa aiheesta oli saatavilla todella niukasti ja koimme parhaimman ja ajankohtaisimman tiedon löytyvän käytännön työelämästä. Opinnäytetyömme asiantuntijahaastattelut suoritettiin pääasiassa opinnäytetyöprosessin loppuvaiheessa. Tällä turvattiin oma aiheenymmärrys haastattelutilanteissa, jolloin myös haastattelu oli luotettavampi molemminpuolisen ymmärryksen vuoksi. Haastattelun runko ja kyselylomakkeet laadittiin huolellisesti ennen haastattelua, jotta aiheesta poikkeamiset pystyttiin minimoimaan. Uskomme opinnäytetyön tulosten olevan yleistettäviä ja luotettavia, koska asiantuntijat ovat tämän erikoisalan huippuosaajia.

Opinnäytetyö ja haastattelut toteutettiin eettisten normien mukaisesti. Haastateltavilta pyydettiin sekä suullinen, että kirjallinen lupa. Kirjallisesta haastatteluluvasta kävi ilmi opinnäytetyön tarkoitus ja toteutusmenetelmä sekä tieto keskeyttämismahdollisuudesta. Jokaisella opinnäytetyömme tutkimukseen osallistuneella oli mahdollisuus lukea haastattelun pohjalta kirjoitettu teksti, jolloin tekstin oikeanmukaisuus tuli tarkastettua ja mahdolliset virheet tai väärinymmärrykset pystyttiin korjaamaan. Lisäksi asiantuntijoiden sekä tapausesimerkkimme antamia tietoja ja heidän henkilöllisyyksiään käsiteltiin koko projektin ajan luottamuksellisesti. Kaikki haastattelemamme henkilöt tulevat anonymisti esille opinnäytetyössämme. Anonymisyydellä koimme saavamme rehellisempiä, käytännön kokemukseen perustuvia vastauksia, ja tällä myös turvattiin haastateltaviemme henkilöllisyys.

8.3 Opinnäytetyöprosessi ja oma oppiminen

Opinnäytetyöprosessi alkoi kevät-talvella 2013, jolloin tutustuimme aiheeseen ensimmäisen kerran. Tiedonhankinnan jälkeen opinnäytetyömme idea hyväksyttiin maaliskuussa 2013. Seuraavaksi prosessi eteni syksyllä 2013 esimerkkihenkilömme tapaukseen perehtyen ja yleisesti aiheesta lisää tietoa hankkien. Pääsimme haastattelemaan tapausesimerkkimme joulukuussa 2013. Alkuvuonna 2014 opinnäytetyöprosessi oli tarkoituksellisesti tauolla muun muassa ulkomailla suoritettujen työelämäharjoitteluiden takia, mutta se käynnistyi uudelleen kesällä 2014 syventävän tiedonhankinnan merkeissä. Elokuusta marraskuulle kirjoitimme teoriaa työelämänharjoitteluiden sekä työn ohella ja loka-marraskuussa teimme ensimmäiset asiantuntijahaastattelut. Suunnitelmaseminaari pidettiin marraskuun alussa. Tämän jälkeen teoriaosuutta vielä muokattiin saadun palautteen perusteella ja hieman syvennettiin, jonka jälkeen toteutimme loput asiantuntijahaastattelut sähköpostin välityksellä. Opinnäytetyömme esitys pidettiin joulukuussa 2014.

Prosessi eteni nousujohteisesti. Opinnäytetyön työstäminen tuntui prosessin alkuvaiheessa haastavalta, sillä tietämyksen puute aihealueesta, sen tarkasta rajauksesta ja siitä mitä seuraavaksi tulisi kirjoittaa, oli ahdistavaa. Lisäksi anatomian tietämyksemme syventäminen vaati ponnisteluja, vaikka aihe oli alusta saakka erittäin mielenkiintoinen. Teoriatiedon etsiminen tuntui alkuvaiheessa vaikealta, sillä näin jälkikäteen ajateltuna hakusanamme olivat aluksi melko suppeat. Löydetyt tutkimukset olivat

kaikki englanninkielisiä, joten niiden lukeminen ja suomentaminen vei prosessistamme huomattavan ajan. Teoriaa kirjoittaessa pääsimme saman katon alle muutamaksi kuukaudeksi ja tämän jälkeen oli molempien helppo jatkaa opinnäytetyön työstämistä myös yksin. Koko prosessin aikana yhteistyömme sujui hienosti, jopa oletettuakin paremmin, ja oli ihanaa huomata, kuinka toisen innostunut ote vaikutti molemmin puolin aina myös oman panostuksen antamiseen. Innostustamme lisäsi asiantuntija-haastatteluiden toteuttaminen, eikä näin jälkikäteen ajateltuna opinnäytetyöprosessi tuntunut kovinkaan työläältä oman motivaatiomme ollessa varsin korkealla. Opinnäytetyössä haastetta toi tiedon jäsentely eheäksi ja lukijaystävälliseksi kokonaisuudeksi, mutta uskomme onnistuneemme tavoitteessamme kuitenkin hyvin.

Oma tietämyksemme ääreishermovaurioista kasvoi opinnäytetyöprosessin aikana huimasti. Opinnäytetyön pitkä prosessi antoi meille aikaa uuden tiedon sisäistämisesä. Ymmärrämme kuinka monta eri tekijää hermovaurion postoperatiivisessa kuntoutuksessa tulee huomioida ja se on taas hyvä muistutus meille siitä, kuinka fysioterapiassa kuntoutuja on aina kohdattava kokonaisuutena, mutta myös yksilönä. Opinnäytetyö muistutti myös siitä, kuinka tärkeää on tehdä kuntoutussuunnitelma yhdessä kuntoutuja kanssa, sillä prosessi on pitkä ja se vaatii kaikkien osapuolien motivoitumisen koko prosessin keston ajan. Tosin oman tietomäärän kasvaessa ja kokonaisuuden hahmottamisen parantuessa havahduimme kuitenkin siihen, että tällaisen vaurion ja sen kuntouttamisen ymmärtäminen on elinikäinen prosessi, sillä uutta tietoa tulee aiheesta jatkuvasti esille. Olemme tyytyväisiä tuotokseemme ja uskomme siitä olevan hyötyä fysioterapiaopiskelijoille, hermovaurioiden kuntoutukseen osallistuville fysioterapeuteille, sekä jossain määrin myös toimintaterapeuteille. Onneksemme voimme todeta, että jo nyt käytännön työelämän alkutaipaleella olemme päässeet käyttämään ja soveltamaan opinnäytetyön tuomaa tieto-taitoa.

Opinnäytetyömme pohjalta nousi esiin tarve erilaisten kuntoutuksen keinojen vertaileville tutkimuksille. Lisäksi esille nousi myös ehdotus oppaan tekemisestä hermovaurion postoperatiivisesta kuntoutuksesta erityisesti fysioterapeuteille, mutta tietenkin myös toimintaterapeuttien avuksi. Opinnäytetyömme käsitellessä postoperatiivista kuntoutusta, jatkossa lisää tietoa voisi etsiä konservatiivisesta hermovaurion hoidosta ja kuntoutuksesta ja mahdollisesti niiden eroista. Koska opinnäytetyömme käsittelee käden alueen ääreishermostoa, yksi mahdollisuus jatkotutkimuksia ajatellen olisi alaraa-

jojen ääreishermostojen kuntoutukseen perehtyminen. Koska rajasimme työstämme plexus brachialiksen, tulevaisuudessa voisi tarkastella kuntoutusta tämän vaurion pohjalta. Mikäli opinnäytetyömme aihe innostaa myös muita samansuuntaiseen aihevalintaan, uskomme, että mahdollisimman varhainen yhteydenotto käytännön kentällä toimiviin ammattilaisiin helpottaa aiheen prosessointia ja tulevan työn tarpeellisuutta.

Haluamme kiittää opinnäytetyömme ohjaavia opettajia sekä opponenttia, joilta saimme kallisarvoista palautetta ja vinkkejä koko prosessin ajan. Lisäksi tapausesimerkkihenkilömme ansaitsee erityiskiitoksen oman tarinansa niinkin yksityiskohtaisesta jakamisesta. Uskomme, että ilman hänen mukaansa saamista, prosessi ei olisi ollut näin kiinnostava. Lisäksi aiheen ymmärryksen kannalta oikean todellisen henkilön tarinaan tutustumisen kautta koimme saavamme paljon enemmän irti oppimisprosessimme kannalta. Suuret kiitokset myös asiantuntijahaastateltaville, sillä ilman heitä emme olisi pystyneet tuottamaan tällaista kokonaisuutta. Kaikin puolin yhteistyö sujui kaikkien osapuolten kanssa kiitettävästi.

LÄHTEET

Ahlborn, Peter, Schachner, Melitta & Irintchev, Andrey 2007. One hour electrical stimulation accelerates functional recovery after femoral nerve repair. *Experimental Neurology* 208(1), 137–144.

Anttila, Pirkko 2000. Tutkimisen taito ja tiedon hankinta. Hamina: Akatiimi Oy.

Anttonen, Virva, Kontio, Risto & Lindqvist, Christian 2003. Mandibulaari- ja linguaalilihervovammojen kirurginen korjaus. *Suomen Hammaslääkärilehti* 4, 140–147.

Becker, Bruce E. 2009. Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. PDF-dokumentti.
<https://www.ewacmedical.com/files/555nd5te6.pdf>. Päivitetty 19.11.2009. Luettu 21.11.2014.

Berglund-Hintze, Pia & Voipio, Annu 2011. Kipukäden toimintaterapia. Kuntoutus Orton Oy. Ohjeistus.

BrainHQ 2014. Neuron. WWW-dokumentti. <http://www.brainhq.com/media-gallery/detail/161/94>. Päivitetty 2014. Luettu 29.10.2014.

Bones of upper limb, lower limb and vertebrae (Part 2) 2014. WWW-dokumentti. <http://imueos.wordpress.com/2010/09/27/bones-of-upper-limb-lower-limb-and-vertebrae-part-2/>. Ei päivitystietoja. Luettu 23.10.2014.

Camp Scandinavia OY, 2014. Testaus, harjoitus ja hoito. WWW-dokumentti. <http://camp.fi/test-traning-och-behandling/test.html>. Päivitetty 2014. Luettu 22.11.2014.

Castrén, Eero & Lindholm, Dan 1999. Hermoston degeneraatio – lentääkö teräsmies jälleen. *Duodecim* 115, 574–582.

CEFAR Medical AB 2007. NMES. PDF-dokumentti. http://storage.djoglob..._korr3.pdf. Päivitetty 2.4.2007. Luettu 30.11.2014.

Dahlin, Lars B. 2008. Nerve injuries. *Current Orthopaedics* 22, 9–16.

deSouza, Ruth-Mary & Choi, David 2012. Peripheral nerve lesions. *Surgery* 30(3), 149–154.

Falck, Björn 1999. Perioperatiiviset ääreishermostojen vauriot – syntymekanismit, diagnostiikka ja ehkäisy. *Finnanest* 32, 195–201.

Flannery, Olivia M., Roche, Simon J. & Ng, Chye Yew 2014. Management of acute nerve injuries of the hand. *Orthopaedics and Trauma* 28(4), 230–235.

Gordon, Tessa, Amirjani, Nasim, Edwards, David C. & Chan, K. Ming 2010. Brief post-surgical electrical stimulation accelerates axon regeneration and muscle reinnervation without affecting the functional measures in carpal tunnel syndrome patients.

PDF-dokumentti.

http://capmr.ca/images/documents/2010_ASM/2010_ppy_winner.pdf. Päivitetty 9.2.2010 Luettu 28.10.2014.

Gruther,, Wolfgang, Kainberg, Franz, Fialka-Moser, Veronika, Paternostro-Sluga, Tatjana, Quittan, Michael, Spiss, Christian & Crevenna, Richard 2010. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine* 42, 593-597.

Haug, Egil, Sand, Olav, Sjaastad, Øystein V. & Toverud, Kari C. 2009. *Ihmisen fysiologia*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Hervonen, Antti 2001. *Tuki- ja liikuntaelimestön anatomia*. Tampere: Lääketieteellinen oppimateriaalikustantamo Oy.

Hiltunen, Erkki, Holmberg, Peter, Jyväskylä, Erkki, Kaikkonen, Matti, Lindblom-Yläne, Sari, Nienstedt, Walter & Wähälä, Kristiina 2007. *Galenos – Ihmiselimestö kohtaa ympäristön*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Hiltunen, Erkki, Holmberg, Peter, Jyväskylä, Erkki, Kaikkonen, Matti, Lindblom-Yläne, Sari, Nienstedt, Walter & Wähälä, Kristiina 2010. *Galenos – Johdanto lääketieteen opintoihin*. Helsinki: WSOY Pro Oy.

HUS 2014. *Ääreishermostotutkimus ENMG*. WWW-dokumentti.

<http://www.hus.fi/sairaanho...ENMG/Sivut/default.aspx>. Ei päivitystietoja. Luettu 24.10.2014.

International Standards for the Classification of Spinal Cord Injury 2009. *Motor Exam Guide*. PDF-dokumentti. http://www.asia-spinalinjury.org/elearning/Motor_Exam_Guide.pdf. Päivitetty 16.4.2009. Luettu 24.11.2014.

Isaacs, Jonathan 2013. *Major Peripheral Nerve Injuries*. *Hand Clinics* 29(3), 371–382.

Jyväskylän yliopisto 2014. *Haastattelut*. WWW-dokumentti.

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineistonhankintamenetelmat/haastattelut>. Ei päivitystietoja. Luettu 20.10.2014.

Kaskivirta, Ville 2014. *Elektromyografia*. WWW-dokumentti.

http://users.jyu.fi/~peltsi/ali/opetus/hyvotek/LBIA020_raportit.htm. Ei päivitystietoja. Luettu 12.11.2014.

Kauranen, Kari 2011. *Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen*. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Kiviranta, Ilkka & Järvinen, Markku 2012. *Ortopedia*. Helsinki: Toimikunta ja Kandidaattikustannus Oy.

Lad, SP, Nathan, JK, Schubert, RD & Boakye, M 2010. Trends in median, ulnar, radial, and brachio-plexus nerve injuries in the United States. *Neurosurgery* 66(5), 953-960.

Leppäluoto, Juhani, Kettunen, Raimo, Rintamäki, Hannu, Vakkuri, Olli, Vierimaa, Heidi & Lätti, Sole 2013. *Anatomia ja fysiologia – Rakenteesta toimintaan*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Leppäluoto, Juhani, Kettunen, Raimo, Rintamäki, Hannu, Vakkuri, Olli, Vierimaa, Heidi & Lätti, Sole 2008. *Anatomia ja fysiologia – Rakenteesta toimintaan*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Liira, Helena, Haukka, Eija, Karppinen, Jaro, Linnanen, Päivi, Malmivaara, Antti, Pasternack, Iris, Sirola, Joonas, Viikari-Juntura, Eira, Waris, Eero 2013. Käden ja kyynärvarren rasisairaudet. *Terveyskirjasto Duodecim*. WWW-dokumentti. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=hoi50055. Päivitetty 10.5.2013. Luettu 12.11.2014.

Lohmeyer, J.A., Siemer, F. & Machens, H. G. 2009. The Clinical Use of Artificial Nerve Conduits for Digital Nerve Repair: A Prospective Cohort Study and Literature Review. *Journal of Reconstructive Microsurgery* 25(1), 55–61.

Lox, Dennis 2014. Radial Nerve Injury. WWW-dokumentti. <http://www.drlox.com/radial-nerve/>. Päivitetty 2014. Luettu 24.10.2014.

Lu, M.C., Tsai, C.C, Chen, S.C., Tsai, F.J., Yao, C.H. & Chen, Y.S. 2009. Use of electrical stimulation at different current levels to promote recovery after peripheral nerve injury in rats. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 67(5), 1066–1072.

Lundborg, G. & Rosén, B. 2007. Hand function after nerve repair. *Acta Physiological* 189, 207–217.

Lymed 2014. Lymed-tuotteiden käyttökohteet. WWW-dokumentti. <http://www.lymed.fi/kaytto-ja-hoito/lymed-tuotteiden-kayttokohteet-2/>. Päivitetty 2014. Luettu 27.11.2014.

Menorca, Ron M.G., Fussel, Theron S. & Elfar, John C. 2013. Nerve Physiology – Mechanism of Injury and Recovery. *Hand Clinics Journal* 29, 317–330.

Metodix 2014. Asiantuntijahaastattelu. WWW-dokumentti. <http://www.metodix.com/fi/sisallys...asiantuntijahaastattelu>. Ei päivitystietoja. Luettu 14.09.2014.

Modric, Jan 2014a. Arm Numbness, Tingling Hands and Fingers. *HealthHype*. WWW-dokumentti. <http://www.healthhype.com/arm-numbness-tingling-hands-and-fingers.html>. Päivitetty 2014. Luettu 30.10.2014.

Modric, Jan 2014b. Guyon’s Canal Syndrome. WWW-dokumentti. <http://www.ehealthstar.com/conditions/guyons-canal-syndrome>. Päivitetty 14.8.2014. Luettu 13.10.2014.

Morphopedics 2014. Hand evaluation. <http://morphopedics.wikidot.com/hand-evaluation>. Ei päivitystietoja. Luettu 10.11.2014.

Mustaniemi, Matti (toim.) 2010. Traumatologia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy ja toimikunta.

Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) 2014. WWW-dokumentti. http://www.bcbsms.com/com/bcbsms/apps/PolicySearch/views/ViewPolicy.php?&no-print=yes&path=/policy/emed/Neuromuscular_Stimulator.html. Ei päivitystietoja. Luettu 30.11.2014.

Nienstedt, Walter, Hänninen, Osmo, Arstila, Antti & Björkqvist, Stig-Eyrik 2006. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Porvoo: WSOY.

Nietosvaara, Yrjänä, Sommarhem, Antti, Willamo, Patrick, Rautakorpi, Sanna, Paavilainen, Pasi, Kotamäki, Anne, Linnovaara, Päivi, Arteli, Jenni, Tuomi, Harri & Laitinen, Miia 2013. Olkahermopunoksen syntymävaurio, Erbin pareesi – opas vanhemmille. Lahti: Invalidiliiton Harvinaiset-yksikkö.

Novak, Christine B. & von der Heyde, Rebecca L. 2013. Evidence and Techniques in Rehabilitation Following Nerve Injuries. *Hand Clinics Journal* 29, 383–392.

O.T.E Hoitokeskus 2014. Arpikudosten käsittely O.T.E. Hieronnalla®. WWW-dokumentti. <http://www.otehoitokeskus.fi/arvet.html>. Ei päivitystietoja. Luettu 14.11.2014.

Panula, Jorma 2009. Käsikirurgia erikoisalana. Porin lääkäritalo – Sinulle Terveystietä. WWW-dokumentti. <http://www.porinlaakaritalo.fi/fi/artikkelit/20>. Päivitetty 2009. Luettu 23.10.2014.

Partanen, Juhani, Falck, Björn, Hasan, Joel, Jäntti, Ville, Salmi, Tapani & Tolonen, Uolevi 2006. Kliininen neurofysiologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Peripheral Nervous System: Spinal Nerves and Plexuses 2011. WWW-dokumentti. <http://antranik.org/peripheral-nervous-system-spinal-nerves-and-plexuses/>. Päivitetty 27.11.2011. Luettu 10.11.2014.

Potilasohje – Ihotunnon yliherkkyyden karaisuhoito-ohjelma 2011. Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri. Kuopion Yliopistollinen sairaala. Fysiatrinen. WWW-dokumentti. http://www.verkkoinfo.kuh.fi/ohjeet/files/100016/206594_1_0.DOC. Päivitetty 2011. Luettu 23.10.2014.

Practical Plastic Surgery for Nonsurgeons 2007. Nerve and vascular injuries of the hand. PDF-dokumentti. http://practicalplasticsurgery.org/docs/Practical_33.pdf. Päivitetty 29.1.2007. Luettu 31.10.2014.

Purtz, Reinhard & Pabst, Reinhard 2006. Sobotta – Atlas of Human Anatomy, volume 1 Head, Neck, Upper Limb. Munich: Urban & Fischer.

Ring, David 2013. Symptoms and Disability After Major Peripheral Nerve Injury. *Hand Clinics Journal* 29, 421–425.

Rinker, Brian & Liao, James Y. 2011. A Prospective Randomized Study Comparing Woven Polyglycolic Acid and Autogenous Vein Conduits for Reconstruction of Digital Nerve Gaps. *Journal of Hand Surgery* 36(5), 775–781.

Roberts, Peter J., Alhava, Esko, Höckerstedt, Krister & Leppäniemi, Arja 2010. *Kirurgia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Roganovic, Zoran 2005. Missile-caused median nerve injuries: results of 81 repairs. *Surgical Neurology* 63(5), 410–418.

Roghani, Reza Salman & Rayegani, Seyed Mansoor 2014. Basics of Peripheral Nerve Injury Rehabilitation. PDF-dokumentti. <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/34134.pdf>. Päivitetty 14.3.2014. Luettu 17.11.2014.

Rosberg, HE, Carlsson, KS, Höggråd, S, Lindgren B, Lundborg, G & Dahlin, LB 2005. Injury to the human median and ulnar nerves in the forearm – analysis of costs for treatment and rehabilitation of 69 patients in southern Sweden. *Journal of Hand Surgery* 30(1), 35–39.

Ryu, Jalyoung, Beimesch, Clare F. & Lalli, Trapper J. 2011. Peripheral nerve repair. *Orthopaedics and trauma* 25(3), 174–180.

Sairaala Siluetti 2011. Arpikorjaus. PDF-dokumentti. <http://www.siluetti.fi/pdf/Arpikorjaus.pdf>. Päivitetty 10.2.2011. Luettu 12.11.2014.

Salminen, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Vaasan yliopisto. Opetusjulkaisuja. PDF-dokumentti. http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf. Päivitetty 8.6.2011. Luettu 10.10.2014.

Sand, Olav, Sjaastad, Øystein V., Haug, Egil, Bjålie, Jan G. & Toverud, Kari C. 2013. *Ihminen – Fysiologia ja anatomia*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Secer, Halil Ibrahim, Daneyemez, Mehmet, Gonul, Engin & Izci, Yusuf 2007. Surgical repair of ulnar nerve lesions caused by gunshot and shrapnel: results in 407 lesions. *Journal of Neurosurgery* 107(4), 776–783.

Shin, Alexader Y. 2014. Peripheral nerve injuries: Advancing the Field Through Research, Collaboration, and Education. *Journal of Hand Surgery, American Volume*, 39, 2052–2058.

Stokes, Maria 1998. *Neurological physiotherapy*. London: Mosby.

Soinila, Seppo, Kaste, Markku & Somer, Hannu 2006. *Neurologia*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Solunetti 2006. Hermotukikudos eli neuroglia. WWW-dokumentti. <http://www.solunetti.fi/fi/histologia/hermotukikudos/>. Päivitetty 2006. Luettu 12.11.2014.

Sovijärvi, Anssi, Ahonen, Aapo, Hartiala, Jaakko, Länsimies, Esko, Savolainen, Sauli, Turjanmaa, Väinö & Vanninen, Esko 2012. Kliinisen fysiologian perusteet. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Spinal Cord, Spinal Nerves and Autonomic Nervous System 2014. WWW-dokumentti. <http://droualb.faculty...figures.htm>. Ei päivitystietoja. Luettu 30.10.2014.

Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2011. Mielikuvaharjoittelu ja peilitterapia, Peiliterapiamenetelmä toimintaterapiassa. WWW-dokumentti. http://www.duodecim.fi/kotisivut/sivut.nayta?p_sivu=124935. Päivitetty 2011. Luettu 24.11.2014.

Suomalainen Lääkäriseura Duodecim 2007. Kynnärhermon motorisen toiminnan arviointi. WWW-dokumentti. http://www.duodecim.fi/kotisivut/sivut.koti?p_sivusto=640&p_navi=41432&p_sivu=31945. Päivitetty 2007. Luettu 29.10.2014.

Suomen Käsiterapiayhdistys ry 2014. Arviointilomakkeet ja vertailuarvot. WWW-dokumentti. http://kasitera.asiakkaat.sigmatic.fi/?page_id=43. Päivitetty 2014. Luettu 20.11.2014.

Suomen Vodder-Lymfaterapeutit ry 2014. Faktoja lymfasta. WWW-dokumentti. <http://www.lymfa.net/faktoja>. Ei päivitystietoja. Luettu 23.11.2014.

Terveystalo 2014a. Hermoratatutkimukset (ENMG-tutkimus). WWW-dokumentti. <http://www.terveystalo.com/fi/Palvelut-Imported/TUTKIMUKSET/Hermoratatutkimukset-ENMG-tutkimus/>. Päivitetty 2014. Luettu 24.10.2014.

Terveystalo 2014b. Lymfaterapia. WWW-dokumentti. http://www.terveystalo.com/fi/Palvelut/Muut_vastaanottopalvelut/Fysioterapia/Fysioterapia/Lymfaterapia/. Päivitetty 2014. Luettu 23.11.2014.

The Dellion Institutes for Peripheral Nerve Surgery 2012. Nerve Injury, Nerve Reconstruction, and Recovery of Nerve Function. WWW-dokumentti. <http://www.dellon.com/>. Päivitetty 2012. Luettu 24.10.2014.

The Neuron and the Action Potential: An Overview 2014. WWW-dokumentti. <http://faculty.weber.edu/lfowler/images/Intro/Homework/The%20Neuron%20and%20the%20Action%20Potential.htm>. Ei päivitystietoja. Luettu 12.12.2014.

Thornton, Dan J.A. & Kay, Simon P.J. 2009. A clinical approach to the management of brachial plexus and peripheral nerve injury. *Surgery* 28(2), 79–84.

Tilastokeskus. Laadullisen ja määrällisen tutkimuksen erot. WWW-dokumentti. <http://tilastokeskus.fi/virsta/tkeruu/01/07/>. Ei päivitystietoja. Luettu 19.10.2014.

Toimia 2014a. AIS, Kansainvälinen selkäydinvaurion neurologinen tasoluokitus. WWW-dokumentti. <http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/mittariversio/97/>. Päivitetty 2014. Luettu 24.11.2014.

Toimia 2014b. Käden puristusvoima. WWW-dokumentti.

<http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/mittariversio/141/>. Päivitetty 2014. Luettu 20.11.2014.

Tolonen, Uolevi, Sotaniemi, Kyösti, Raatikainen, Timo, Kovala, Tero, Syrjälä, Pirjo, Hyvönen, Katriina & Lesonen, Veijo 2002. Hermovaurioiden tutkimusopas. Oulu: EMG Laboratoriot Oy.

To-Mi 2013. Toimintakyvyn mittarit. PDF-dokumentti.

http://www.lsft.fi/lsft.fi/Materiaalia_files/TO-MI%20versio%202013.pdf. Päivitetty 2013. Luettu 1.12.2014.

Turun yliopisto 2014. Miten teen kirjallisuuskatsauksen. WWW-dokumentti.

<https://www.utu.fi/fi/yksikot/hum/yksikot/ktmt/opiskelu/ohjeet/Sivut/Miten-teen-kirjallisuuskatsauksen.aspx>. Ei päivitystietoja. Luettu 29.9.2014.

Ukkola, Veijo, Ahonen, Juhani, Alanko, Arto, Lehtonen, Timo & Suominen, Sinikka 2001. Kirurgia. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Vaittinen, Eero 1996. Kirurgia. Porvoo: WSOY:n graafiset laitokset.

Waldram, Michael 2003. Peripheral nerve injuries. Trauma 5. PDF-dokumentti. <http://tra.sagepub.com/content/5/2/79.short>. Päivitetty 2001. Luettu 15.9.2014.

Vastamäki, Martti & Vastamäki, Heidi 2009. Yleisimpien hermopinteiden nykyiset leikkausaiheet. Suomen lääkärilehti 33(64), 2565–2572.

Vastamäki, Martti, Vilkki, Simo, Raatikainen, Timo, Viljakka, Timo, Jaroma, Heikki, Göransson, Harry & Jokiranta, Jorma 2000. Käsikirurgia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Williamson, R. C. N. & Waxman, Bruce P. 1994. Scott: An Aid to Clinical Surgery. Edinburgh, London, Madrid, Melbourne, New York, Tokyo: Churchill Livingstone.

Woodcast 2014. Yläraajojen lastat ja tuet.

<http://www.woodcast.fi/fi/indikaatiot/ylaraajojenlastatjatuet>. Päivitetty 11.2.2014. Luettu 2.11.2014

Jonna Aro & Heidi Kirvesmäki

Mikkelin ammattikorkeakoulu

Terveysala, Savonlinna, Fysioterapeutti koulutus

HAASTATTELULUPA-ANOMUS

Olemme fysioterapiaopiskelijoita Mikkelin ammattikorkeakoulusta, Savonlinnan toimipisteestä. Teemme opinnäytetyötä aiheesta: Käden postoperatiivinen kuntoutus hermovaurion jälkeen. Opinnäytetyön tarkoitus on selvittää mitkä tekijät vaikuttavat käden hermovaurion postoperatiiviseen kuntoutukseen ja vaurion paranemisennusteseen, sekä millainen hermovaurioleikkauksen jälkeinen kuntoutuspolku on.

Opinnäytetyömme kirjallisuuskatsauksen lisäksi keräämme aineistoa haastattelujen avulla ja pyydämme lupaa käyttää haastatteluanne opinnäytetyössämme. Haastattelu toteutetaan sovitusti kasvotusten / sähköpostin välityksellä ja aineiston puhtaaksikirjoituksen jälkeen ainoa haastattelusta jäljelle jäävä asia on valmiiksi tuotettu teksti opinnäytetyön muodossa. Halutessanne saatte lukea valmiiksi tuotetun tekstin ennen opinnäytetyön virallista palautusta. Käsittelemme saatua aineistoa luottamuksellisesti ja ne ovat ainoastaan opinnäytetyötämme varten. Nimet ja muut henkilötiedot eivät tule julki ulkopuolisille henkilöille missään projektin vaiheessa. Opinnäytetyötämme ohjaavat fysioterapian lehtorit Anne Henttonen ja Merja Reunanen.

KYLLÄ Suostun haastatteluun ja olen tietoinen työn tarkoituksesta.

EI En suostu haastatteluun.

Haastateltavan allekirjoitus. Paikka ja päivämäärä.

Ystävällisin terveisin

Jonna Aro & Heidi Kirvesmäki

Kysymyksiä opinnäytetyötämme varten

Toivomme, että perustelette vastauksenne niin kuin itse olette ne itsellenne ja asiakkaille perustelleet.

1. Kuntoutusprosessin vaiheet?
 - Onko niin sanottuja suuria linjauksia?
 - Miten eri vaiheet näkyvät teidän omassa työssä?
 - Immobilisaatio/mobilisaatiovaihe, milloin?
 - Onko jotkin tietyt aikaraamit, jolloin kuntoutus on tehokkainta, esimerkiksi heti immobilisaatio vaiheen jälkeen?
 - Millaisin perustein kuntoutus etenee?
2. Tavoitteet
 - Millaiset ja kenen kanssa asetetaan?
3. Potilaan motivointi
 - Miten otatte huomioon, kun kyseessä kuitenkin haastava ja pitkä prosessi?
4. Hermovaurion sähköhoito.
 - Mikä sähkömuoto (NEMS/TNS vai joku muu?) ja miksi?
 - Mihin tarkoitukseen (kivun lievitys/lihasaktivaatio/hermon paranemisen nopeuttaminen vai joku muu?)?
 - Millaisin asetuksin, miksi?
 - Hoitokertojen määrä?
 - Milloin ja missä kuntoutuksen vaiheessa sähköhoitoja käytetään?
5. Miten tärkeänä koette seuraavat terapiamuodot ja milloin ja miten niitä olette hyödyntäneet:
 - vesiterapia
 - karaisuhoito
 - peiliterapia
 - painehoito
 - arpihoito
 - lymfaterapia
 - Onko jotain muuta mikä tästä puuttuu, josta olette kokeneet hyötyä?
6. Missä vaiheessa mukaan otetaan lihasaktivaatioharjoitteet ja millä tavalla?
7. Onko teillä jotain tilastotietoa esim. hermovauriopotilaista, määristä ym. Suomessa?

Terveisin

Heidi Kirvesmäki & Jonna Aro

Tutkimuksen tiedot	Tutkimuskohde	Otoskoko ja menetelmä	Keskeiset tulokset
<p>Ahlborn, Peter, Schachner, Melitta & Irintchev, Andrey 2007.</p> <p>One hour electrical stimulation accelerates functional recovery after femoral nerve repair.</p> <p>Experimental Neurology 208 (1), 137–144.</p>	<p>Sähköstimulaatiohoidon vaikutukset hermon paranemiseen.</p>	<p>Tutkimuksessa rotilta katkaistiin n. femoralis, jota hoidettiin antamalla yhden tunnin ajan sähköstimulaatiohoitoa 20 Hz taajuudella vaurioalueelle.</p>	<p>Kolmen kuukauden kuluttua quadricepslihaksen kyky ojentaa polvea oli parantunut 63 % preoperatiiviseen tasoon nähdessä.</p> <p>Sähköstimulaation avulla paraneminen oli hieman parempaa, noin 73%:a, mutta toiminnallinen palautuminen oli tehostunut selvästi sähkönsäntiosta. Lisäksi sähkönsäntiosta palautuminen parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen tapahtui kuusi viikkoa aiemmin kontrolliryhmään verrattuna.</p>
<p>deSouza, Ruth-Mary & Choi, David 2012.</p> <p>Peripheral nerve lesions.</p> <p>Surgery 30(3), 149–154.</p>	<p>Katsausartikkeli ääreishermovaurioista ylä- ja alaraajoissa: anatomiasta, tutkimuksessa käytettävistä tekniikoista ja ääreishermovaurion patologiasta.</p>	<p>Artikkelista ei käy ilmi, kuinka tieto siihen on kerätty.</p>	<p>Ääreishermovaurioita voidaan hoitaa konservatiivisin ja kirurgisin menetelmin. Konservatiivinen hoito pitää sisällään fysioterapian, lastat ja tuet sekä tuntopuutosten hoidon. Kirurginen hoito pitää sisällään mm. pinnetilojen leikkauksia ja jänne-siirteiden hyödyntämisen.</p>

			Leikkauksissa on tarkoin huomiotava muut terveet hermot, jotta vahingoilta vältytään.
<p>Gruther., Wolfgang, Kainberg, Franz, Fialka-Moser, Veronika, Paternostro-Sluga, Tatjana, Quittan, Michael, Spiss, Christian & Crevenna, Richard 2010.</p> <p>Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study.</p> <p>Journal of Rehabilitation Medicine 42, 593-597.</p>	<p>Lihastimulaation vaikutukset NMES:in avulla.teho-osastolla olevien potilaiden polven extensoreiden paksuuteen. Pilottitutkimus.</p>	<p>Teho-osaston 33 potilasta, 26 miestä ja 7 naista, joiden keski-ikä oli 55 vuotta. Ryhmä jakaantui kahteen ryhmään, akuutteihin ja pitkäaikaisiin potilaisiin, jotka jaettiin vielä kahteen tutkimusryhmään. Toiselle tutkimusryhmälle annettiin NMES:iä 30 minuuttia – 1 tunti neljän viikon jakson ajan. Toiselle ryhmälle annettiin ”lume”-sähköä. Molemmat ryhmät testattiin ennen ja jälkeen ultraäänen avulla tehdyissä mittauksissa. NMES:n taajuutena käytettiin 50 Hz:ä ja pulssirytmä oli 0,35ms, kahdeksan sekunnin ajan stimulaatio ja 24 sekunnin ajan tauko.</p>	<p>Potilaille tehtiin ultraäänen avulla lihasten mittaukset sekä ennen, että jälkeen testausjakson ja lihaskasvua oli tullut merkittävästi, 4,9 %, aiempaan verrattuna. Ne potilaat, jotka olivat saaneet ”lume-sähköä”, olivat puolestaan menettäneet m. quadriceps femoriksen lihasmassasta 3,2 %:a.</p>
<p>Lad, SP, Nathan, JK, Schubert, RD & Boakye, M 2010.</p> <p>Trends in median, ulnar, radial, and brachio-plexus nerve injuries in the United States.</p> <p>Neurosurgery</p>	<p>Medianus-, ulnaris-, radialis ja plexus brachialisin (peripheral nerve injury, PNI) vaurioiden ”trendit” Yhdysvalloissa; vaurioon johtavat riskitekijät ja vaurion hoito.</p>	<p>Kaikkialta Yhdysvalloista tutkittiin kyseisten hermojen vauriot välillä 1993–2006. Aineisto on kerätty sairaalahoitoa vaatineesta potilasaineistosta ja hermovauriot löydettiin potilasmateriaalista käyttäen kansainvälistä tautiluokitusta. Tuloksia analysoitiin</p>	<p>Vaurioiden yhteenlasketut määrät laskivat vuosien 1993 ja 2006 välillä, mutta vaurioiden hoitomaksut lisääntyivät merkittävästi, erityisesti plexus brachialisvammasta. Vuonna 2006 noin 30–</p>

66(5), 953-960.		muun muassa potilaiden kotiutumisen, sairaalamaksujen, potilaiden väestötietojen ja annetun hoidon perusteella.	40% medianus-, ulnaris- ja radialisvaurioista tarvitsivat akuutin leikkauksen hermot suoraan toisiinsa kiinnittämällä. Ääreishermoveuriopotilaat vuonna 2006 olivat todennäköisesti miehiä, iältään 18–44-vuotiaita ja sellaisia joiden keskivuosiansiot olivat yli 36 000 dollarin. Noin 75% ääreishermoveurion saaneista potilaista hoidettiin yliopistollisessa sairaalassa (erityissairaanhoidossa) ja 95% metropolien eli suurkaupunkien alueella.
<p>Lohmeyer, J.A., Siemer, F. & Machens, H. G. 2009.</p> <p>The Clinical Use of Artificial Nerve Conduits for Digital Nerve Repair: A Prospective Cohort Study and Literature Review.</p> <p>Journal of Reconstructive Microsurgery 25(1), 55–61.</p>	Tutkimuksessa on tutkittu hermoputkien käyttämistä hermosiirteiden tilalla sormen hermokorjausleikkauksissa hermojen välin ollessa pieniä. Tutkimuksessa on koottu tieto käytetyistä tekniikoista ja tuloksista.	Tutkimukseen osallistui yhteensä 14 potilasta, joista 12 pysyivät lopullisiin testeihin saakka tutkimuksessa mukana. 14 potilaalla oli yhteensä 15 hermoveuriota ja korjausleikkaus tehtiin hermoputkien avulla. Potilaita ja heidän kuntoutumista tarkasteltiin 12 kuukauden kuluttua leikkauksesta.	Hermostojen päiden välit tutkimukseen osallistuneilla potilailla oli 3,7–12,5mm. 4/12 potilaasta saavutti sensorikan arvioinnissa parhaimman tason, S4 (täydellinen tunto). 5/12 tunto oli hyvä, 1/12 tunto oli heikko ja kahdella tutkimukseen osallistuneella tuntoa ei ollut lainkaan. Hermoputkien käyttö on yksi vaihtoehto her-

			mon kirurgisessa leikkauksessa.
<p>Lu, M.C., Tsai, C.C, Chen, S.C., Tsai, F.J., Yao, C.H. & Chen, Y.S. 2009.</p> <p>Use of electrical stimulation at different current levels to promote recovery after peripheral nerve injury in rats.</p> <p>The Journal of Trauma and Acute Care Surgery 67(5), 1066–1072.</p>	<p>Sähköstimulaatiohoidon käyttö ääreishermoveaurion kuntoutumisessa.</p>	<p>Rottien iskiashermoon tehtiin hermon päiden välille 10mm rako katkaisemalla hermo kirurgisesti. Hermoveauriot korjattiin käyttämällä siliikonista kumiputkea ja ryhmä jaettiin kahteen. Toiselle ryhmälle ei annettu sähköhoitoa lainkaan ja toiselle ryhmälle annettiin sähköä 2Hz:n taajuudella joko sähkövirran ollessa 1mA/2 mA/4mA (milliampeeri) asetuksella proksimaali- ja distaalipäiden väliin.</p>	<p>Sähköhoitoa saaneen ryhmän aksonien lukumäärä oli suurempi, hermon koko oli suurempi, neuraalikudosta oli enemmän ja verisuonten osuus ja määrä olivat korkeampia kontrolliryhmään verrattuna. Erityisesti 1 mA asetuksella tehty sähköhoito paransi muun muassa lihasaktivaation paranemispotentiaalia.</p> <p>Tutkimus osoittaa sähköhoidon merkityksen myös fysioterapian yhtenä osana.</p>
<p>Lundborg, G. & Rosén, B. 2007.</p> <p>Hand function after nerve repair.</p> <p>Acta Physiologica 189, 207–217.</p>	<p>Kirjallisuuskatsaus, jota varten oli tarkasteltu sen hetkistä tietoa käden toiminnasta hermoveaurion leikkauksen jälkeen.</p>	<p>Artikkelista ei käy ilmi, kuinka tieto siihen on kerätty. Artikkelissa käytetyt ja siinä viitatu tutkimukset tulivat kuitenkin useamman eri lähteen kautta vastaan, joten uskomme kirjoittajien muita julkaisuja lukeneena, heidän koonneen materiaaliltaan luotettavan artikkelin.</p>	<p>Käden hermoveauriot ovat haastavia ongelmia ja aiheuttavat usein pysyvää toiminnan alenemista sensorisessa ja motorisessa toiminnassa. Nuoret kuntoutuvat paremmin kuin iäkkäämmät. Hermon uudistumiseen vaikuttavat monet tekijät: kunnossa olevien hermosolujen määrä, aksonin</p>

			<p>uusiutuminen, vammatyyppi, vaurioitunut hermo, vamman taso ja harjoittelun noudattaminen.</p> <p>Uusi trendi kuntoutuksessa keskittyy keskushermoston uudelleen opettamiseen ääreishermoston sijaan.</p>
<p>Rosberg, HE, Carlsson, KS, Höggråd, S, Lindgren B, Lundborg, G & Dahlin, LB 2005.</p> <p>Injury to the human median and ulnar nerves in the forearm – analysis of costs for treatment and rehabilitation of 69 patients in southern Sweden.</p> <p>Journal of Hand Surgery 30(1), 35-39.</p>	<p>Ihmisen medianuksen ja ulnaris hermojen vaurioita käsivarren alueella ja niiden hoidosta ja kuntoutuksesta syntyneitä kustannuksia analysoitiin etelä-Ruotsissa.</p>	<p>69 potilaan hoidon ja kuntoutuksen kustannukset laskettiin. Hermovaurio oli yleensä tapahtunut tapaturman seurauksena mm. lasin tai veitsen kautta ja vaurioita oli medianuksessa ja/tai ulnariksessa käsivarren alueella.</p>	<p>Työssäkäyvän henkilön medianus ja ulnaris vaurion tuomista kustannuksista 87% liittyi henkilön työnteon menetyksiin. Potilaalle aiheutuneet kustannukset olivat kokonaisuudessaan medianus vaurioissa ~51 € ja ulnariksessa ~31€. Mikäli vaurioita oli myös jänneiden alueella, kustannukset olivat kaikilla osaluueilla suuremmat. Mikäli potilaan työnkuva muuttui hermovaurion jälkeen, myös vaurion hoidon ja kuntoutuksen kustannukset olivat suuremmat. Potilaan ikä ja leikkausmetodi vaikuttivat kustannuksiin.</p>

			Medianushermon vaurio, sen leikkaus ja kuntoutus maksavat Ruotsissa kokonaisuudessaan yli 51 000 euroa.
<p>Secer, Halil Ibrahim, Daneyemez, Mehmet, Gonul, Engin & Izci, Yusuf 2007.</p> <p>Surgical repair of ulnar nerve lesions caused by gunshot and shrapnel: results in 407 lesions.</p> <p>Journal of Neurosurgery 107(4), 776–783.</p>	<p>Ampumatapaturman ja kranaatin sirpaleista johtuvien ulnaarihermovaurioiden kirurgiset korjausleikkaukset, 407 vaurion tulokset.</p>	<p>Tutkimukseen koottiin yli 40-vuoden ajalta Gulhane Military Medical Academy:ssä hoidetut ulnaarihermovauriot. 407/462 oli kirurgisesti korjattu vuosien 1966–2005 välillä; 237 potilasta oli loukkaantunut kranaatin sirpaleista ja 218 ampumisten vuoksi. Tutkimuksessa tutkittiin muun muassa motorista ja sensorista kuntoutumista sekä potilaiden omaa mielipidettä saavutetusta tuloksesta. Lisäksi vauriotason, hermosiirteen pituuden, operaation ajankohdan ja leikkaustekniikan vaikutuksia arvioitiin. Lopulliset tulokset esitettiin British Medical Research Council:n asteikon mukaisesti: huono (poor), epäonnistunut (fail) ja hyvä(good).</p>	<p>Ulnarihermovaurion jälkeen kuntoutuminen tyydyttävälle tasolle tapahtui 15 %:lla mikäli vaurio oli hermon yläosassa, 30 %:lla, jos vaurio sijaitti hermon keskivaiheilla ja 50 %:lla, jos vaurio oli hermon alaosassa.</p> <p>Potilailla, joilla kuntoutuminen oli hyvää, myös leikkaus oli tehty vaurion tapahduttua nopeammin. Tutkimuksen mukaan kriittinen aika kirurgiselle operaatiolle on kuusi kuukautta vaurioitumisesta.</p>