jamk.fi

Sähköhoidon edut kroonisten haavojen hoidossa

Lasse Ojanen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2018
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala
Fysioterapeutti (AMK), fysioterapian koulutusohjelma

Jyväskylän ammattikorkeakoulu
JAMK University of Applied Sciences

jamk.fi

Kuvailulehti

Tekijä	Julkaisun laji	Päivämäärä
Ojanen, Lasse	Opinnäytetyö, AMK	Huhtikuu 2018
	Sivumäärä 92	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x

Työn nimi

Sähköhoidon edut kroonisten haavojen hoidossa

Tutkinto-ohjelma

Fysioterapeutti (AMK), fysioterapian koulutusohjelma

Työn ohjaaja

Vehmaskoski, Kari, fysioterapian lehtori, kunniaprofessori

Toimeksiantaja

Fysiatrian osasto, Keski-Suomen Keskussairaala, Keski-Suomen Sairaanhoitopiiri (KSSHP)

Tiivistelmä

Krooniset haavat ovat merkittävä terveydenhoidon kustannuserä Suomessa. Haavojen hoitoon kuluu merkittävästi hoitoalan työntekijöiden työaikaa ja sen lisäksi haavaumat aiheuttavat elämänlaadun heikkenemistä ja inhimillistä kärsimystä etenkin ikääntyneiden, laskimoiden vajaatoimintaa sairastavien, diabeetikkojen ja selkäydinvammaisten keskuudessa. Yleisimpiä kroonisia haavoja ovat painehaavat, laskimoperäiset säärihaavat ja diabeetikon jalkahaavat. Sähköhoidon käyttö kroonisten haavojen hoidossa on mainittu useissa hoitosuosituksissa, ottamatta kuitenkaan kantaa siihen millä sähköhoitomuodolla ja asetuksilla hoito toteutetaan.

Opinnäytetyön tilaajana oli Keski-Suomen Keskussairaalan Fysiatrian osasto. Opinnäytetyö kokoaa viimeaikaisimman tiedon sähköhoitojen käytöstä etiologialtaan erilaisten kroonisten haavojen hoidossa. Kootusta tiedosta tuotettiin hoitosuositus painehaavojen sähköhoidosta, josta löytyy eniten tutkittua tietoa. Toteutustapa oli integroiva kirjallisuuskatsaus. Tutkimuksen tiedonhakuprosessissa sisältöä haettiin alan kirjallisuudesta ja tieteellisistä tutkimuksista. Tutkimushaussa käytettiin CINAHL, Embase, Pubmed ja Pedro -tietokantoja.

Sähköhoidoista HVPC-hoidot (High Voltage Pulsed Current) edesauttoivat merkittävästi painehaavojen haavakoon pienenemistä. Lyhyet tutkimusajat eivät mahdollistaneet haavojen täydellistä paranemista. FREMS-hoidoilla (Frequency Rhythmic Electrical Modulation System) saatiin aikaan nopeampi paraneminen kroonisia alaraajahaavoja hoidettaessa. HVPC- hoitojen tasavirtainen kaksoishuippuinen pulssi ja FREMS- hoitojen vaihtovirtainen negatiivinen pulssi läpäisivät kudoksen paremmin pinnallisempiin sähköhoitomuotoihin verrattuna. HVPC hoito 50-60 minuutin hoidoilla viisi kertaa viikossa potilaan sensorisen tason alapuolella annettuna on suositeltavaa painehaavapotilaille.

Avainsanat (asiasanat)

Fysioterapiamenetelmät, sähköhoito, krooniset haavat, haavan hoito, painehaava, laskimoperäinen säärihaava, diabeetikon jalkahaava, HVPC, FREMS

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

jamk.fi

Description

Author(s)	Type of publication	Date
Ojanen, Lasse	Bachelor's thesis	April 2018
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 92	Permission for web publication: x

Title of publication

Benefits of electrotherapy in the treatment of chronic wounds

Degree programme

Degree Programme in Physiotherapy

Supervisor(s)

Vehmaskoski, Kari, Senior Lecturer, Prof(Hon)

Assigned by

Physiatry Clinic of Central Finland Central Hospital, Central Finland Health Care District.

Abstract

Chronic wounds cause significant costs in the Finnish healthcare system. Wound treatment takes extensive amounts of carers' working time, and, additionally, wounds cause decline in quality of life and human suffering, especially among geriatric patients as well as among those suffering from venous insufficiencies, diabetes and spinal cord injuries. The most common types of chronic wounds are pressure ulcers, venous leg ulcers and diabetic foot ulcers. The use of electrotherapy for the treatment of chronic wounds has been recommended in numerous treatment guidelines, but they are often without specifications on the electrotherapy modality or the parameters that should be used in the treatment.

The thesis was assigned by the Physiatry Department of the Central Finland Central Hospital. The thesis compiled the latest knowledge on the use of different forms of electrotherapy in the treatment of chronic wounds of different aetiologies. The thesis was implemented as an integrative literature review. Using the collected information, guidelines for pressure ulcer treatment were drafted. The information was retrieved from the related literature and scientific studies. The literature search was conducted in the CINAHL, Embase, Pubmed and Pedro databases.

Of the studied therapies, HVPC treatments (High Voltage Pulsed Current) were the most effective for wound size reduction in pressure ulcers. Insufficient treatment times did not result in complete wound closure. FREMS treatments (Frequency Rhythmic Electrical Modulation System) resulted in shorter healing times with the lower extremity wounds. Compared to certain more superficial treatments, the double peaked direct current pulse in the HVPC treatments and the negative alternating current pulse in FREMS treatments reach the deeper tissues more effectively. The HVPC treatment for 50-60 minutes per day five times a week under the sensory level is recommended for pressure ulcer patients.

Keywords/tags (subjects)

Physical therapy modalities, electrotherapy, chronic wounds, wound care, pressure ulcer, venous leg ulcer, diabetic foot ulcer, HVPC, FREMS

Miscellaneous (Confidential information)

Sisältö

1 Johdanto ... 4

2 Krooniset haavat ... 5

2.1 Painehaavat ... 5

2.2 Verenkiertoperäiset alaraajahaavat ... 7

2.2.1 Laskimoperäiset alaraajahaavat ... 7

2.2.2 Valtimoperäiset alaraajahaavat ... 9

2.3 Diabeettiset jalkahaavat ... 9

2.4 Muut krooniset haavat ... 11

3 Sähköhoidot ... 11

3.1 Sähköhoitojen toteuttaminen osana terapiaa ... 12

3.2 Sähköhoidoissa huomioitavia seikkoja ... 16

3.3 Erilaiset aaltomuodot ja niiden ominaisuudet ... 17

3.4 Monofaasiset virrat ... 20

3.4.1 Galvaaninen virta ... 20

3.4.2 Monofaasinen pulsoitu korkeajännite virta (HVPC) ... 20

3.4.3 Monofaasinen pulsoitu pienjännite virta (LVPC/LVMPC) ... 21

3.4.4 Transkutaaninen sähköinen hermostimulaatio (TENS) ... 22

3.4.5 Mikrovirta (MC) ja matalaintesiteetti virrat ... 22

3.5 Bifaasiset virrat ... 23

3.5.1 Bifaasinen pulsoitu korkeajännite virta (HVBPC) ... 23

3.5.2 Bifaasiset pulsoidut pienjännite virrat (AsymBiPC ja SymBiPC) ... 24

4 Kroonisten haavojen paranemisprosessi ja sähköhoidot ... 25

4.1 Vammat ja niiden paraneminen ... 25

4.2 Krooniset haavat ja hidastunut paraneminen ... 28

4.3 Solujen sähköiset potentiaalit ja sähköhoidon käyttö ... 28

5 Opinnäytetyön toteutus 31
5.1 Tarkoitus ja tavoite 31
5.2 Tutkimusmenetelmä 32
5.3 Aineiston hankinta ja tutkimusaineisto 33
5.4 Luotettavuus 37
5.5 Aineiston analyysi ja tulkinta 39

6 Tiedonkeruun tulokset 40
6.1 Systemaattiset katsaukset ja meta-analyysit 41
6.1.1 Krooniset haavat 43
6.1.2 Painehaavat 46
6.1.3 Diabeettiset jalkahaavat 52
6.2 Satunnaistetut kontrolloidut tutkimukset 52
6.2.1 Painehaavat 53
6.2.2 Laskimoperäiset alaraajahaavat 60
6.2.3 Krooniset alaraajahaavat ja diabeettiset jalkahaavat 62

7 Pohdinta 71

8 Johtopäätökset 78

Lähteet 80

Liitteet 88
Liite 1. HVPC Hoito-ohje 88
Liite 2. AMSTAR – measurement tool 89
Liite 3. Pedro Scale 90
Liite 4. Lyhenteet 91

Kuviot

Kuvio 1. Chattanooga Intelect monihoitolaite 13
Kuvio 2. Aptiva 4 FREMS sähköhoitolaite 13
Kuvio 3. Monopolaarinen asettelu 15
Kuvio 4. Bipolaarinen asettelu 15
Kuvio 5. Monofaasisten virtojen aaltomuotoja. 18
Kuvio 6. Bifaasisten virtojen aaltomuotoja. 18
Kuvio 7. Pulsoidun monofaasisen korkeajännite virran kaksoispiikki HVPC hoidossa 21
Kuvio 8. FREMS hoidon modulaatio ja käytetty negatiivinen bifaasinen pulssimuoto 24
Kuvio 9. HVPC kaksoispiikkinen pulssi 58
Kuvio 10. Laskimoperäisen alaraajahaavan hoidossa käytetty elektrodiasettelu 70

Taulukot

Taulukko 1. Systemaattisten katsausten- ja meta-analyysien laadunarviointi 37
Taulukko 2. Satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten laadunarviointi 38
Taulukko 3. Systemaattisten katsausten ja meta-analyysien tutkimuskriteerit 43
Taulukko 4. Painehaava sähköhoidot 59
Taulukko 5. HVPC hoidot kroonisten alaraajahaavojen hoidossa 65

1 Johdanto

Hidastunut tai pysähtynyt paranemisprosessi voi saada aikaan haavan muuttumisen krooniseksi. Useimmiten jokin sisäinen tai ulkoinen tekijä keskeyttää paranemisprosessin eikä haava etene korjausvaiheeseen. (Juutilainen 2012, 49.) Krooniset haavat lisäävät huomattavasti potilaan inhimillistä kärsimystä ja kustannuksia yhteiskunnalle (Paajanen & Rantala 2016). Krooniset haavat voivat aiheuttaa pitkittyneitä sairaslomia, työkyvyttömyyttä, eristäytymistä ja masennusta (Soppi 2010, 261).

Kroonisten haavojen hoito aiheuttaa Suomessa merkittäviä kustannuksia. Kroonisten haavojen hoitoon on arvioitu kuluvan vuositasolla noin 190-270 miljoonaa euroa, perustuen 5000-7000 euron potilaskohtaisiin hoitokustannusarvioihin, kun 34 000:lla potilaalla Suomessa on arvioitu olevan krooninen haava. Suurin menoerä syntyy hoitohenkilökunnan työajasta. (Kiura, Reiman-Möttönen & Mäkelä 2012, 8.) Helsingissä vuosittaisiksi haavanhoitokuluiksi on arvioitu 7-14 miljoonaa euroa (Korhonen & Lepäntalo 2012). Haavainfektioiden on arvioitu pitkittävän sairaalahoitojen kokonaiskestoa keskimäärin 4 vuorokautta aiheuttaen yhteiskunnalle n. 65 miljoonan euron vuosittaiset kustannukset (Paajanen & Rantala 2016).

Opinnäytetyön tarkoituksena on koota yhteen viimeaikaisinta tietoa sähköhoitojen vaikuttavuudesta, hyödyllisistä sähköhoidon muodoista ja hoidon toteutustavoista kroonisten haavojen hoidossa. Opinnäytetyön yhteistyökumppanina toimii Keski-Suomen keskussairaalan Fysiatrian osasto. Opinnäytetyössä käsitellään painehaavojen lisäksi sähköhoitojen vaikuttavuutta myös muiden kroonisten haavojen, kuten laskimo- ja valtimoperäisten sekä diabeetikkojen jalkahaavojen hoidossa.

Teoreettinen viitekehys käsittelee kroonisten haavojen esiintymistä ja taustalla olevaa etiologiaa. Lisäksi viitekehyksessä käsitellään sähköhoitojen eri muotoja sekä haavan paranemisprosessia ja käydään läpi tutkittua tietoa sähköhoitojen vaikuttavuuden taustalla olevasta teoriasta. Sähköhoitojen teoriaa ja toteuttamista on käyty läpi fysioterapeutille oleellisen tiedon osalta. Sähköhoidon virtatyyppejä on käsitelty opinnäytetyössä käsiteltävän aiheen kannalta oleellisten virtatyyppien osalta. Lopuksi esitetään viimeaikaisimpien systemaattisten katsausten ja meta-analyysien seka satunnaistettujen tutkimusten avulla vastaus tutkimusongelmaan. Työssä tarkastellaan seuraavia tutkimusongelmia: 1) selvitetään minkälaisista

sähköhoidoista on ollut potilaille hyötyä, 2) minkälaisin asetuksin ja antotavoin hoidoista saadaan parhaita tuloksia sekä 3) minkälaisiin kroonisiin haavoihin sähköhoidolla on voitu vaikuttaa.

2 Krooniset haavat

Krooninen haava syntyy sisäisen tai ulkoisen tekijän estäessä haavan paranemisprosessin. Haavan paranemista saattavat haitata systeemitekijät, kuten valtimoiden tai laskimoiden vajaatoiminta, diabetes, ravintoaineiden puute tai aliravitsemus tai vastustuskyvyn heikkeneminen. Sisäisiä altistavia tekijöitä voivat olla hapenpuute kudoksessa, toistuva vaurio, haavan tulehtuminen, huono verenkierto tai kuollut kudos. Ulkoiset tekijät ovat usein mekaanisia. Yleisimmät krooniset haavat ovat painehaavat, laskimoperäiset säärihaavat ja diabeettiset jalkahaavat. (Juutilainen 2012, 49-50.) Iskeemiset- ja diabeettiset alaraajahaavat määritellään kroonisiksi jo kahden viikon jälkeen, mikäli paranemista ei ole havaittavissa. Muissa kroonisissa haavoissa rajana pidetään neljää viikkoa. (Ahmajärvi & Isoherranen 2017.)

2.1 Painehaavat

Painehaavan (PU, Pressure Ulcer) aiheuttaa kudoksiin kohdistunut vapauttamaton paine. Haavat syntyvät useimmiten luisten kohoumien päälle kuten kyynärpäihin, lapaluihin, ristiluuhun, kantapäihin, istuinkyhmyihin tai reisiluun suuriin sarvennoisiin. (Goodman 2014, 460.) Euroopan painehaava-asiantuntijaneuvoston (EPUAP, European Pressure Ulcer Advisory Panel) painehaavojen syvyysluokitus kuvailee painehaavan ihon tai ihonalaiskudoksen vaurioksi, jonka aiheuttaa paine tai paine yhdessä venytyksen kanssa. Painehaavat luokitellaan haavan vaikeusasteen mukaan kategorian I-IV painehaavoiksi, luokittamattomiksi haavoiksi joiden syvyyttä ei tiedetä (luokka X) tai syväkudosvauriota epäillessä DTI (Deep Tissue Injury) luokkaan. (EPUAP, NPUAP & PPPIA 2014, 12-13.) Painehaavat ovat erillinen itsenäinen haavaryhmä, vaikka paine onkin osallisena myös muissa kroonisissa haavoissa (valtimo- ja laskimoperäiset, neuropaattiset). Muut krooniset haavat voivat toisaalta vaikuttaa osaltaan myös painehaavojen kehittymiseen. (Goodman 2014, 462-463.)

Suomessa painehaavojen esiintyvyys on 55 000-80 000 henkilöllä vuosittain (Soppi 2014a). Painehaavoja esiintyy sairaaloissa, terveyskeskusten vuodeosastoilla, vanhainkodeissa ja kotihoidossa. Esiintyvyys on noin 5-15%:lla kotihoidon, hoitolaitosten ja sairaaloiden potilaista. Haavat heikentävät elämänlaatua, aiheuttavat masennusta ja kipua. (Soppi 2010, 261.)

Pitkäaikaishoitoa ja hoivaa saavat ovat erityisen alttiita painehaavoille. (VSSHP 2015). Paine aiheuttaa vauriota ihoon, lihakseen ja alla olevaan kudokseen. Painehaavojen ensisijaisia aiheuttajia ovat ulkoisesti erilaiset pinnat, kitka (ihon hankautuminen), venyttävät voimat (ihonalaiskudos vaurioituu kahden kerroksen liukuessa toisiaan vasten vastakkaisiin suuntiin), maseraatio (ihon pehmentyminen liiallisen kosteuden aiheuttamana) ja kuivan ihon vähentynyt joustavuus. Yleisimmät sisäiset tekijät painehaavojen syntyyn ovat liikkuvuuden rajoittumisen aiheuttama aktiivisuustason lasku, inkontinenssi, ruokavalio ja tietoisuuden tason lasku. (Goodman 2014, 462.)

Jatkuva paine pehmytkudoksiin luisten ulokkeiden ja kovien joustamattomien pintojen välillä tukkii verenkierron. Normaali verenpaine kapillaareissa vaskulaarijärjestelmän päässä on 32mmHg. Kun ulkoinen paine aiheuttaa kompressiota, paine saattaa ylittyä vähentäen alueen verenkiertoa sekä lymfanesteen vetäytymistä alueelta. Venyttävä voima on sisäinen tekijä, joka osallistuu verisuonten repeytymiseen, saaden aikaan edelleen suurempaa vauriota. Alueelle syntyy verenkierron estävä mikrotromboosi joka aiheuttaa hapettoman kuolion lähikudoksiin. Nekroottinen kuollut kudos altistaa bakteerien hyökkäykselle, jota seuraa infektio, estäen arpikudoksen terveen granulaation muodostumisen. Diabeetikoilla suojatunnon puuttuminen aiheuttaa suuren riskin painehaavojen syntymiselle jalkoihin. (Goodman 2014, 463-465.)

Parantuminen vaatii paineen riittävää vähentämistä (kääntäminen, asentohoidot, tukipinnat) sekä sen, ettei haavassa ole tulehdusta. Nekroottinen kudos saattaa tarjota bakteereille sopivan kasvuympäristön ja se tulee poistaa mahdollisimman nopeasti. Haavan pitäisi parantua onnistuneesti, kun siinä ei ole infektiota, alueella on hyvä verenkierto, paine on eliminoitu eikä potilaalla ole sivuavia liitännäissairauksia. Useimpien potilaiden tilanteessa haavan huonon sulkeutumisen taustalla on useita paranemisprosessia vaikeuttavia tekijöitä. (Goodman 2014, 466-467.)

Eurooppalainen selvitys arvioi yhden painehaavan aiheuttamaksi lisäkustannukseksi 5000-6650 euroa. Arvioiden mukaan painehaavat aiheuttavat 2-3% terveydenhuollon menoista. (Soppi 2014 b.) Haavojen hoidon kustannukset syntyvät enimmäkseen haavanhoitoon käytetystä työajasta, sairaalahoidon tarpeesta ja haavanhoitotuotteista (VSSHP 2015).

2.2 Verenkiertoperäiset alaraajahaavat

Säärihaavoista merkittävä määrä on verisuoniperäisiä. Noin 80%:ssa esiintyvistä kroonisista säärihaavoista syy on laskimoperäinen, joko yksin tai valtimovian kanssa yhdessä. (Juutilainen 2012, 266.) Sääri- ja reisiamputaatioista yli 85 % tehdään verenkiertoperäisistä syistä. Näitä amputaatioita tehdään Suomessa noin 183 miljoonaa henkilöä kohden vuodessa (vaihteluväli sairaanhoitopiireittäin 78–423) (Käypähoito 2010).

2.2.1 Laskimoperäiset alaraajahaavat

Laskimoiden vajaatoiminnan kehittymisen perussyyt ja -mekanismit ovat tuntemattomia (Käypähoito 2016). Länsimaisessa väestössä laskimoperäisen säärihaavan esiintyvyys on noin 1%. Jalkaterän yläpuolisista säärihaavoista noin 70% on laskimoperäisiä. Pinnallisen laskimojärjestelmän vajaatoimintaa on jopa 88%:lla laskimoperäistä haavaa sairastavista. Pinnallinen laskimojärjestelmän vajaatoiminta esiintyy yksinään tai yhdessä syvien laskimoiden vajaatoiminnan kanssa. Mikäli laskimon pinnallisen päärungon toiminta on vajaata, on pinnallisen ja syvän laskimosysteemin vajaatoimintojen yhdistelmä yleisempää. (Tuuliranta, Aittola, Kunnamo, Mustonen, Roth, Saarinen, Lehtola & Vaalasti 2003.)

Laskimovajaatoimintaan liittyvät ihomuutokset ja laskimohaavat ovat laskimohypertension seurausta. Laskimohypertensiota aiheuttaa yleisimmin veren virtaus laskimoissa, joiden läpät ovat vaurioituneet (refluksi). Taustalla on useimmiten primaarinen laskimovajaatoiminta. Sekundaarinen laskimovajaatoiminta, sairastetun syvän laskimotukoksen seurauksena, on aiheuttajana harvinaisempi. Tällöin syvissä laskimoissa on todettavissa myös tukoksia ja ahtaumia. Etiologiasta riippumatta suurin osa reflukseista todetaan pintalaskimoista yksinään tai yhdessä syvien- ja yhdyslaski-

moiden vajaatoiminnan kanssa, jotka voivat esiintyä myös erillisinä. Haavan kroonistumisen aikana pidetään neljää viikkoa. Pintalaskimoiden vajaatoimintaa on 30-40%:lla aikuisväestöstä. Laskimovajaatoiminta aiheuttaa 37-76% kroonisista alaraajahaavoista. (Käypähoito 2014.)

Laskimopaineen noustessa laskimovajaatoiminnan oireet lisääntyvät ja ne voivat johtaa ihonalaiskudoksen- ja ihon muutoksiin sekä laskimohaavan syntyyn. (Käypähoito 2016.) Haavat syntyvät usein alaraajan ulomman kolmanneksen mediaalisten sisäkehrästen taakse. Laskimoperäisille alaraajahaavoille altistavat ja sitä aiheuttavat laskimoläpän vuoto, sairastettu pohkeen syvä laskimotukos eli DVT (Deep Vein Thrombosis), laskimovajaatoiminta yhdessä korkean verenpaineen kanssa sekä perifeerinen vajaatoiminta. (Goodman 2014, 453.)

Haavat eivät ole yleensä kivuliaita. Laskimovajaatoiminta voi kuitenkin aiheuttaa kivun tunnetta, jota helpottaa jalkojen kohottaminen. Valtimosykkeet ovat yleensä normaalit. Raajassa saattaa esiintyä ekseemaa tai staasidermatiittia. Haavat ovat usein punaisia, reunoiltaan epäsäännöllisiä ja pinnallisia erittäen paljon tulehdusnestettä. (Goodman 2014, 453.) Raaja on lämmin ja siinä voi esiintyä suonikohjuja. Haavalla esiintyy usein kellertävän värinen fibriinikate. Haavaa ympäröivä iho on panssaroitunut ja pigmentoitunut. (Käypähoito 2014.)

Mikäli haavan hoitoa ei aloiteta välittömästi, heti sen ilmaannuttua, myös paranemisen todennäköisyys pienenee. Hoito kohdistetaan haavan aikaansaaneen syyn korjaamiseen. Paikallishoidolla pyritään edistämään haavan paranemista tuottamalla haavalle suotuisa ympäristö (kosteus, lämpö ja pH), pitämällä haava puhdistettuna sekä estämällä kontaminaatiot. Säännöllinen turvotuksenestohoito parantaa suuren osan haavoista muutamien kuukausien aikana, jonka lisäksi se myös ehkäisee laskimohaavan uusiutumista. Laskimovajaatoiminnan vaikeusastetta kuvataan seitsenportaisella asteikolla (kliiniset luokat C0-C6). (Käypähoito 2014.)

Suomalaisessa tutkimuksessa pitkäkestoisen säärihaavan konservatiivisen hoidon kustannusten on arvioitu olevan 5700-13000 euroa vuodessa (Tuuliranta ym. 2003). Pirkanmaalla on laskettu, kotisairaanhoitajan käynnin potilaan luona hoitamassa alle 25 neliösenttimetrin kokoista laskimoperäistä haavaa kolmesti viikossa aiheuttavan kolmessa kuukaudessa 3000 euron kustannukset hoidon tuottajalle (Kiura ym. 2012).

2.2.2 Valtimoperäiset alaraajahaavat

Valtimoperäisille alaraajahaavoille (engl. Arterial Ulcers) altistavat ja sitä aiheuttavat valtimoemboliat (sydän- ja aneurysmaperäiset), suurten ja keskisuurten verisuonten ateroskleroosi (kalkkeutuminen), Raynaudin syndrooma, diabetes mellitus, kollageenisairaus sekä verisuonitulehdukset (vaskuliitit). Haavoja esiintyy jaloissa, jalan takaosissa, jalkapöydässä tai varpaisissa, luisten alueiden lähettyvillä (sääriluun etupinnalla) sekä ulkokehrästen alueella. (Goodman 2014, 453.)

Valtimoverenkierron vajaus aiheuttaa alaraajojen verenkierron aiheuttamista kroonisista haavoista 9-22% (Käypähoito 2014). Valtimoperäiset jalkahaavat ovat kivuliaita erityisesti jalkojen ollessa koholla. Perifeerinen syke puuttuu tai se esiintyy vain heikosti. Haava aiheuttaa leposärkyä tai öistä kipua jalkoihin, jota voi hellittää jalkaa riiputtamalla. Katkokävely ja pohkeiden rasituskipu ovat yleisiä. Raaja voi olla sensitiivinen kosketukselle. Iholla on nähtävissä punaisia tai sinipunaisia alueilta hidastuneen verenkierron aiheuttamana. (Goodman 2014, 453.) Haava on kalpea ja kuivapohjainen, haavalla on nekroottinen kate ja haavan ympäristö punoittaa. Haavaa ympäröivä iho on ohutta. Raaja on viileä, karvoitus puuttuu ja lihaksissa esiintyy atrofiaa. (Käypähoito 2014.)

Kroonisen alaraajaiskemian eli hapenpuutteen tärkein syy on alaraajojen tukkiva valtimotauti (ASO, Atherosclerosis Obliterans), eli alaraajaan johtavien valtimoiden ateroskleroosi sekä siihen liittyvät tromboosit (Käypähoito 2014). Suuret ikäluokat ovat alkaneet saavuttaa alaraajaiskemialle tyypillisen esiintymisiän. Ikääntyvien potilaiden lukumäärän kasvu tulee nostamaan kudospuutosten hoidon vaatimia resursseja. (Venermo & Alkbäck 2016, 12.)

2.3 Diabeettiset jalkahaavat

Diabeetikon jalkahaavan (DFU, Diabetic Foot Ulcer) voi aiheuttaa diabetekseen liittyvä neuropatia, eli ääreishermoston sairaus. Haavan voi aiheuttaa myös heikentynyt verenkierto jalassa. (Juutilainen 2016, 338.) Nilkan yläpuolisia amputaatioita tehdään 5-8 %:lle vuoden seurannan aikana (Käypähoito 2009). Valtaosa diabeetikkojen sairaalahoitopäivistä aiheutuu kroonisista haavoista (Kaartinen, Berg & Lagus 2017). Ulkomaisissa tutkimuksissa todetaan noin 20-50%:n diabeetikoista, joilla tauti on ollut

vaivannut yli kymmenen vuotta, kuuluvan riskiluokkiin 2-3, joihin kuuluvia potilaita on Suomessa noin 40 000. Diabetesta sairasti vuonna 2008 yli puoli miljoonaa suomalaista, joista 23-42%:lla esiintyy alaraajojen neuropatiaa, joka altistaa jalkaongelmille. Jalkahaavoja todetaan 2-5%:lla diabetesta sairastavista ja elämänkaaren aikana jalkahaavan saa 15-25% diabeetikoista. Noin 90% jalkahaavan saaneista sairastaa neuropatiaa. (Käypähoito 2009.)

Ääreishermoston neuropatia johtaa tuntohäiriöihin ja siten ihovaurioihin, johon voi myötävaikuttaa huonosti istuvat kengät tai äkillinen hankaus. Motorinen neuropatia aiheuttaa biomekaanisia virheasentoja. (Käypähoito 2009.) Diabeettiset jalkahaavat syntyvät yleisimmin jalkapohjiin sekä plantaariselle alueelle metatarsaalien päissä, varpaiden päissä ja isovarpaassa. (Goodman 2014, 515-516.)

Neuropaattista haavaa hoidetaan samoin paikallishoidoin kuin muita kroonisia haavoja. Hoitotuotteen tulisi olla haavapintaa vahingoittamaton ja haavaan tarttumaton sekä kustannuksiltaan kohtuullinen. Haavan pinnan tulee pysyä kosteana kuitenkaan hautomatta. Jalkainfektioille altistavat luuhun ulottuvat, yli kuukauden avoinna olleet, uusiutuneet ja traumaperäiset haavat. Infektion käynnistää usein ihon rikkoutuminen. Luuhun levinnyt jalkainfektio (osteomyeliitti) esiintyy yli neljäsosalla. (Käypähoito 2009.) Hydrokolloidit eivät ole suositeltavia käytettäväksi infektoituneisiin haavoihin, diabeetikon jalkahaavoihin tai iskeemisten haavojen hoitoon (Käypähoito 2014).

Diabetesta sairastavien määrän nousu lisää sairauden aiheuttamien jalkaongelmien kasvua, joka kasvattaa ennalta merkittäviä sairaanhoitokuluja. Yli puolet diabetekseen liittyvistä alaraaja-amputaatiosta olisi ehkäistävissä. (Käypähoito 2009.) 14–24 % diabeetikon jalkahaavoista johtaa amputaatioon. Joka toinen sääri- tai reisiamputaatio Suomessa tehdään diabeetikolle. Haavan kehittymiselle altistaa iskemian lisäksi perifeerinen neuropatia. (Käypähoito 2010.) Tietoa diabeetikoiden jalkahaavojen- tai niiden aiheuttamien amputaatioiden kustannuksista Suomessa ei ole saatavilla, mutta arvion mukaan kustannukset ovat noin 15% diabeteksen hoidon kustannuksista. (Käypähoito 2009.) Hoidon kulmakivenä pidetään kevennyshoitoa (Juutilainen & Vikatmaa 2017).

2.4 Muut krooniset haavat

Kun laskimovajaatoiminta esiintyy valtimoverenkierron vajauksen kanssa, puhutaan kombinoituneesta tai sekamuotoisesta haavasta. Yhdistelmän aiheuttamia sekamuotoisia haavoja on 7–26 %:ssa tapauksista. (Käypähoito 2014). Muita kroonisia haavoja ovat traumaattisiksi, iskeemisiksi ja palovamman aiheuttamiksi luokitellut krooniset haavat.

3 Sähköhoidot

Fysioterapianimikkeistössä sähköhoidot on tunnistettu omaksi fysioterapian palveluksi, sijoittuen fysioterapian ohjaus- ja terapiakäytäntöjen alaluokkaan fysikaalinen terapia (RF240). Tarkempi toimenpideluokka sähköhoidot (RF242) sisältää kudoksia aktivoivat, kipua lievittävät ja lihashermokudoksia aktivoivat sähköhoidot. (Kuntaliitto 2018, 15.) Fysioterapianimikkeistöä käytetään asiakastyön dokumentointiin, tilastointiin, palveluista tiedottamiseen ja palvelun sisällön märittämiseen sekä tuotteistukseen. Nimikkeistön avulla termistö on yhtenäistä. (Suomen Fysioterapeutit 2016, 15.) Fysikaalisiin hoitoihin kuuluva sähköhoito fysioterapian yhteydessä on Kela-korvattava fysioterapian palvelu (Kela 2018).

Isseroff ja Dahle (2011) spekuloivat sähköhoito-ohjeen puuttumisen kroonisten haavojen hoidolle olevan mahdollisesti siinä, että Medicaid ja Medicare sairasvakuutukset hyväksyivät sähköhoidot kattamaan kroonisten haavojen hoidon vasta kuluvalla vuosikymmenellä.

Medicare ja Medicaid sairasvakuutuspalvelut hyväksyivät sähköhoitojen käytön kroonisten (> 30pv) gradus III ja IV tason painehaavojen, kroonisten valtimoperäisten haavojen sekä laskimoperäisten kroonisten haavojen hoidossa tuettavaksi hoidoksi (Centers for Medicare & Medicaid Service 2003) vasta APTA:n (American Physical Therapy Association) 2002 nostaman oikeuskanteen jälkeen. (Isseroff & Dahle 2011.)

Yhdysvaltain elintarvike- ja lääkevirasto (FDA, Food and Drug Administration) on hyväksynyt sähköhoitojen lääketieteellisen käytön lihasten uudelleenkoulutukseen, spastisuuden hoitoon, liikelaajuuksien parantamiseen, lihasatrofian estämiseen, ja

aivohalvausten, vakavien vammautumisten tai suurten leikkausten jälkitilojen hoitoon (U.S. Food and Drug Administration 2017). Yhdysvalloissa haavojen hoitoa ei ole virallisesti hyväksytty laitteiden kliiniselle käytölle haavanhoidossa, laitteille ei löydy virallisia haavojenhoitoon liittyviä suosituksia eikä laitteita voida myöskään markkinoida haavoja hoitavina laitteina. (Isseroff & Dahle 2011.)

Fysioterapian maailmanjärjestö (WCPT, World Confederation for Physical Therapy) suosittelee fysioterapian koulutusten opinto-ohjelmiin sisällytettävän sähköhoitokoulutusta. Fysioterapian koulutukseen suositellaan sisällytettäväksi yhtä tai useampaa sähköstimulaatiota tai sähköhoitoa, kuten EMS- (Electrical Muscle Stimulation), ESTR- (Electrical Stimulation for Tissue Repair), FES- (Functional Electrical Stimulation), HVPC- (High Voltage Pulsed Current), NMES- (Neuromuscular Electrical Stimulation) tai TENS- sähköstimulaatiota/sähköhoitoa. (WCPT 2011.)

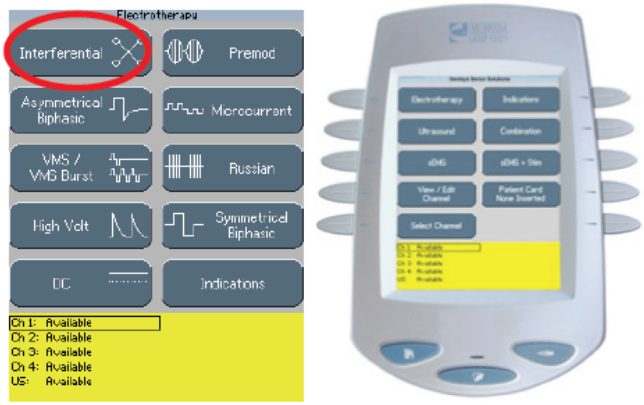
3.1 Sähköhoitojen toteuttaminen osana terapiaa

Sähköhoidoissa käytetään ulkoista virtalähdettä johtamaan elimistöön elektroneja. Keho alkaa toimimaan osana virtapiiriä (Arokoski, Heinonen & Ylinen 2015, 394). Virtalähteen lisäksi sähköhoitoon vaaditaan hoitolaite, vähintään kaksi elektrodia ja sähköjohtoa. Yleisin sähköhoidon antotapa on transkutaaninen, eli ihon pinnalle annettu ihon läpäisevä hoito elektrodien avulla. (Robertson, Ward, Low & Reed 2006, 47.) Sähköhoidot jaetaan kipuhoitoihin ja ärsytyshoitoihin. Sähkökipuhoidot kattavat erilaisia hoitoja kuten TENS-hoito, perkutaaninen sähköinen hermostimulaatio (PENS, Percutaneous Electrical Nerve Stimulation), galvanisaatio, high-voltage eli korkeajännitevirta, diadynaamiset hoidot, ja interferenssi. (Arokoski, Heinonen & Ylinen 2015, 394-395.) Sähköärsytyshoitoihin kuuluvat toiminnallinen sähköstimulaatio (FES) ja neuromuskulaarinen sähköstimulaatio (NMES). Sähköärsytyshoitoja käytetään perifeeripareesien eli ääreishermoston halvaantumisten hoidossa sekä aivo- ja selkäydinvauriokuntoutujien fysioterapiassa. (Arokoski ym. 2015, 396-397.)

Terapeutin tulee olla tietoinen erilaisista hoitolaitteista, elektrodeista sekä siitä, miten hoito toteutetaan hoitotavoitteen saavuttamiseksi. Hoidon toteuttaminen transkutaanisti pitää sisällään hoitolaitteen, elektrodien ja sähköjohtojen valinnan. Hoidon

annolle on olennaista ymmärrys elektrodi-iho liitännästä ja siitä, miten elektrodit asetellaan hoitotavoitteen saavuttamiseksi. (Robertson ym. 2006, 47.)

Terapeutin tulisi testata laite ennen hoidonantoa. Kun hoito lopetetaan, virta käännetään pois, jonka jälkeen potilas irrotetaan laitteesta. Verkkovirralla toimivissa laitteissa hoitovalikoima on yleensä suurempi sisältäen erilaisia virtamuotoja ja mahdollisuuden tarkemmalle hoidon määrittelylle esimerkiksi voimakkuuden osalta. Paristoilla toimivat laitteet ovat hoidonannon kannalta käytännöllisempiä sekä halvempia, mutta ne eivät sovi kaikille virtamuodoille. (Robertson ym. 2006, 49-50.) Verkkovirtalaitteita ovat esimerkiksi Chattanooga Intelect monihoitolaite, jossa erilaisten sähköhoitojen kirjo on laaja (Kuvio 1). Aptiva 4 FREMS laitteessa on vain yksi hoitomuoto, johon on ohjelmoitu useita valmiita ohjelmia (Kuvio 2).



Kuvio 1. Chattanooga Intelect monihoitolaite

(Chattanooga Intelect n.d. © DJO Global. Käytetty luvalla)

Kuvio 2. Aptiva 4 FREMS sähköhoitolaite

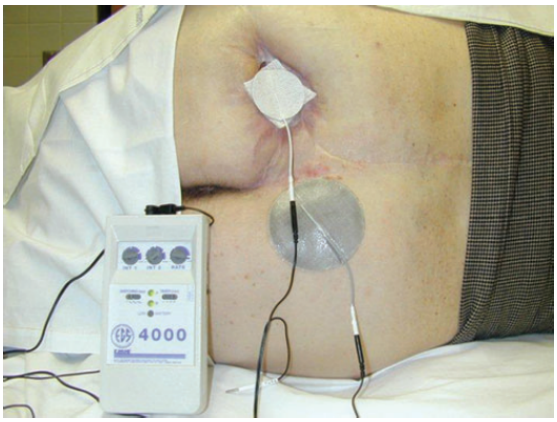
(Aptiva 4 n.d. © Fremslife. Käytetty luvalla)

Elektrodivalintaa tehdessä huomioidaan hoidon tavoitteelle sopiva elektrodityyppi, ihon- ja elektrodin välinen sähkön johtuminen sekä kustannuskysymykset. Erilaisia elektrodeja ovat itsestään liimautuvat kertakäyttöiset-, metallikalvosta valmistetut- ja hiilikuitu silikonikumi-impregnoidut elektrodit. Kertakäyttöisissä itsestään liimautuvissa elektrodeissa sähkönjohtuminen eli kytkentäväliaine sisältyy elektrodiin. Kertakäyttöisiä elektrodeja voidaan käyttää useammin kuin kerran, jos ne ovat potilaskohtaisia ja elektrodit säilytetään ilmatiiviisti suljetussa pussissa. Uudelleenkäyttö voi vaatia elektrodien kastelua käyttökertojen ollessa rajallinen. Itseliimautuvat elektrodit ovat kustannuksiltaan kalliita, mutta helppokäyttöisiä. Metallikalvovalmisteisten elektrodien käytössä iho-elektrodikytkennässä voidaan käyttää väliaineena sideharsoa tai -taitosta. Käytettäessä geeliä tai kostutettuja sidetaitoksia elektrodit kiinnitetään erillisillä sidoksilla. Metallielektrodit ovat kustannuksiltaan halvimpia ja uudelleen käytettäviä. Sähköä johtavissa silikonikumi-impregnoiduissa elektrodeissa voidaan käyttää liimautuvaa geelityynyä. Elektrodi asetetaan kiinteän, venyvän ja pehmeän tyynyn sisälle. Mikäli väliaineena käytetään sähköä johtavaa hyytelömäistä elektrodigeeliä, elektrodit voidaan kiinnittää erillisillä remmeillä tai sidoksilla. Myös silikonikumi-impregnoidut elektrodit voidaan käyttää puhdistuksen jälkeen uudelleen. (Robertson ym. 2006, 50-51.)

Elektrodin valinnassa huomioidaan myös hoidolle sopiva elektrodikoko. Käytettäessä erikokoisia elektrodeja elektrodien virtatiheys (virran määrä/yksikköä alueella) erilainen. Suurempaa elektrodia kutsutaan indifferentiksi eli heikosti reagoivaksi- tai dispersiiviseksi eli hajauttavaksi elektrodiksi ja se asetellaan hoitopaikasta kauemmas vältellen suoraa ärsykettä. Pienemmässä elektrodissa virtatiheys on suurempi ja se voi aiheuttaa myös helpommin kipua. Hoitovaikutukset kohdistuvat alueelle, jolla virtatiheys eli virran intensiteetti yksikköä kohden (mA / cm) on korkein. (Robertson ym. 2006, 53-54.)

Elektrodiasettelua kutsutaan unipolaariseksi käytettäessä yhtä aktiivielektrodia, jonka parina toimii toinen hajauttava elektrodi, joka sulkee piirin (Kuvio 3). Käytettäessä kahta samaa- tai lähes samaa kokoa olevaa elektrodia käytetään termiä bipolaarinen. Bipolaarista elektrodiasettelua käytetään esimerkiksi kivun hoidossa suurten elektrodien vähentäessä virtatiheyttä. Molemmista elektrodiasetteluista on myös variaatioita, esimerkiksi yksi elektrodi voidaan vaihtaa kahteen tai useampaan (Kuvio

4). Tällöin elektrodipintojen yhteisvirtamäärä vastaa yhden alkuperäisen elektrodin virtamäärää. (Robertson ym. 2006, 55.) Unipolaarisesta elektrodiasettelusta käytetään myös termiä monopolaarinen.



Kuvio 3. Monopolaarinen asettelu (Kloth 2014, 85. Advances in Wound Care. © 2014. Käytetty luvalla)

Kuvio 4. Bipolaarinen asettelu (Kloth 2014, 86. Advances in Wound Care. © 2014. Käytetty luvalla)

Sähkövirta saa aikaan elektrokemikaalisia muutoksia, kun tasavirta läpäisee kudoksen. Vaihtovirta ei aiheuta merkittäviä kemikaalisia muutoksia, kun sen virtaus molempiin suuntiin on tasainen. Yhteen suuntaan virtaavan eli yksisuuntaisen tasavirran matalalla intensiteetillä aikaansaama virtaus on sekin vähäpätöinen. Sähkön virtaaminen elektrodeista kudoksiin ei ole mahdollista ilman kontaktina toimivaa ioneita sisältävää väliainetta, kuten vettä tai geeliä, joka täyttää ihon huokoset. Ihon kunto on syytä tarkistaa ennen hoitoa, sillä hoito voi aiheuttaa rikkoutuneelle iholle annettaessa merkittävää epämukavuuden tunnetta tai haittaa. Poikkeuksena on kuitenkin haavojen hoito sähköhoidolla. (Robertson 57-58.)

Kudosten läpäisevän virran määrä määräytyy käytetyn jännitteen (voltage) ja vastuksen (resistance) mukaan, Ohmin lain mukaan:

V = IR, jossa

V on käytetty jännite, **R** on vastus ja **I** on kudoksen läpi kulkeva virta.

Sähkövirta kulkee elektrodista väliaineen kautta iholle, josta se kulkeutuu edelleen ihonalaisiin kudoksiin. Virran täytyy edetä toisen ihokerroksen lävitse väliaineen kautta vastakkaiseen elektrodiin. Sähkövirran matkallaan läpäistyjen kudosten

vastusten summa on virralle aiheutunut kokonaisvastus. Ihonalaisessa kudoksessa vastus on pieni, mutta iholla vastus on korkeampi marraskeden vuoksi. Ihon läpäisevyyteen vaikuttaa ihon rakentuminen. Keratinosyytit keräävät ravintoaineita diffuusion kautta alemmasta dermiksestä, sillä alueella ei ole veri- tai imunestesuonia. Epidermiksessä syntyvät keratinosyytit työntyvät ylöspäin keratiinia syntetisoiden, jonka solu varastoi itseensä. Ylöspäin siirtyessään diffuusion aiheuttama solujen ravinnonsaannin rajoittuminen tekee soluista vähemmän aktiivisia ja lähellä pintaa ne lopulta kuolevat. Pinnan lähellä kuolleet keratinosyyttisolut ovat pieniä keratiinipaketteja, jotka muodostavat marraskeden. Marraskesi aiheuttaa iholle korkean vastuksen. Dermiksessä ja subkutiksessa vastukset ovat pieniä. (Robertson 57-58.)

Ihon koostumus ei ole kaikkialla kehossa tasainen. Ihonalaisrakenteiden syvyys ja paksuus vaikuttavat energian läpäisevyyteen ja siihen, kuinka paljon energiaa kudoksiin ulottuu. Ihon vastukseen voivat vaikuttaa ihonalaisten rakenteiden lisäksi useat sairaudet, ravinto, ikääntyminen, sekä henkilön terveydentila. (Robertson ym. 2006, 3.)

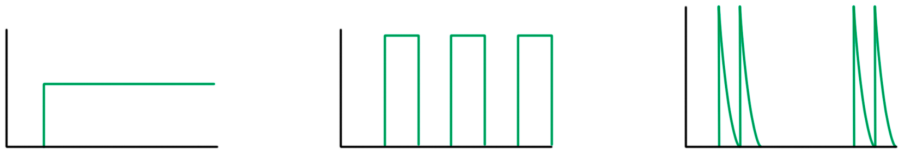
3.2 Sähköhoidoissa huomioitavia seikkoja

Hoitojen kontraindikaatioita käsittelee muun muassa Houghtonin, Nussbaumin ja Hoensin (2010) kanadalaisessa fysioterapialehdessä julkaistu suositus sähköisten hoitomuotojen käyttöön liittyvistä kontraindikaatioista ja varotoimista kliinisessä työssä (Watson, n.d b). Hoitosuositus ottaa kantaa haavalla tai haavan ympärille annettuun sähköhoitoon, toteamalla sen turvalliseksi toteuttaa TENS- ja HVPC- hoitojen osalta. Elektrodiasettelusta suoraan haavalle todetaan, että yleisesti ottaen sähköhoitoa ei tulisi antaa vaurioituneelle tai vaurioitumisvaarassa olevalle alueelle, joka voisi aiheuttaa epätasaisen johtumisen, pois lukien kuitenkin sellaiset haavat, joita pyritään tarkoituksellisesti hoitamaan sähköhoidolla. (Houghton ym. 2010b.)

3.3 Erilaiset aaltomuodot ja niiden ominaisuudet

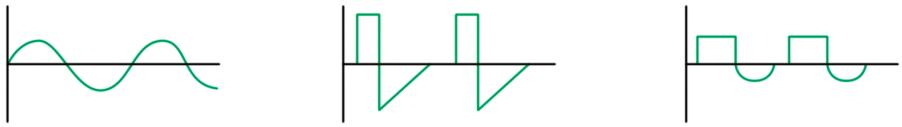
Tasavirran ollessa pitkäkestoista tai sen tuottaessa hitaasti muuntelevia pulsseja ihon sähkököinen vastus (impedanssi) on korkea ja energiasta suurin osa hajoaa marraskedessä (stratum corneum). Käyttämällä lyhyitä bursteja (purkauksia) marraskeden kapasitiivinen (varaava) impedanssi on matala ja energia hajoaa alemmissa kudoksissa. Matalampi impedanssi mahdollistaa suuremman virtamäärän siirtymisen alempiin kudoksiin. Elektrodien alla oleviin alempiin kudoksiin voidaan johtaa samaa korkeaa virtaa kasvattamalla jänniteärsykettä, jolloin hoidolla tavoitetaan myös alemmat syvät kerrokset vastaanottamaan sama korkea virtaus. Lyhytkestoiset pulssit vaativat korkeamman jännitteen vasteen aikaansaamiseksi. Lyhytkestoiset pulssit ovat pitkäkestoisiin pulsseihin verrattuna miellyttävämpiä. Sensorisen kynnyksen saavuttaminen vaatii lyhyen pulssipituuden. Pulssien pituus ilmoitetaan mikrosekunteina (µs). Pulssin pituutta kasvattamalla vaaditaan vain pieni nousu tavoittamaan sensorista kynnystä seuraava motorinen kynnys ja edelleen kipukynnys. Lyhyillä pulsseilla voidaan saavuttaa helpommin syvällä sijaitsevat kudokset. Lyhyiden pulssien ansiosta ärsykkeen intensiteettiä voidaan kasvattaa huomattavasti yli motorisen kynnysarvon aiheuttamatta kipua. (Robertson ym. 2006, 60.)

Tasavirta on yksisuuntaista (engl. unidirectional) ja sen virtaus voi olla joko positiivinen tai negatiivinen, varauksen pysyessä muuttumattomana. Negatiivisesti varautuneen elektrodin (katodi) alla olevat negatiivisesti varautuneet ionit poistuvat alueelta positiivisesti varautuneen elektrodin alueelle (anodi) ja päinvastoin. Kaksisuuntaista (engl. bidirectional) vaihtovirtaa käytettäessä ionien kasaantumista ei ole havaittavissa, mikäli positiiviset ja negatiivisetvastaavat toisiaan, kuten vaihtovirran symmetrisessä bifaasisessa muodossa (engl. symmetric biphasic). Bifaasinen virta voi olla myös epätasaisesti jakautunutta (engl. asymmetric biphasic) aiheuttaen suuremman virtauksen positiiviseen kuin negatiiviseen suuntaan (Kuvio 6). (Robertson ym. 2006, 63.) Monofaasisen virran yleisimpiä muotoja ovat tasavirta, pulsoitu monofaasinen virta ja korkeajännite virta (Kuvio 5).



Kuvio 5. Monofaasisten virtojen aaltomuotoja.

Yllä vasemmalta lukien: Tasavirta, Monofaasinen pulsoitu virta ja monofaasinen pulsoitu korkeajännitevirta. (muokattu kuvasta) (Bryant & Nix 2016, 373)



Kuvio 6. Bifaasisten virtojen aaltomuotoja.

Yllä vasemmalta lukien: Symmetrinen bifaasinen pulsoitu virta (balansoitu), Asymmetrinen bifaasinen pulsoitu virta (balansoitu) ja Asymmetrinen bifaasinen pulsoitu virta (balansoimaton). (muokattu kuvasta) (Bryant & Nix 2016, 373)

Hoidon toteuttaminen ei perustu vain oikean aaltomuodon valintaan. Hoidolle tulee asettaa sähköhoidon muotoon soveltuvat asetukset. Hoitotutkimuksissa tehdyissä hoidon kuvauksissa tulisi selvittää tarkasti pulssin muodon sekä sen, onko hoito yksi- vai kaksisuuntaista lisäksi selittää tarkasti ainakin toteutetun hoidon amplitudi, taajuus, ja kesto (Watson 2008, 335).

Amplitudi (engl. amplitude) kertoo virran voimakkuuden ja sitä mitataan jännitteenä tai sähkövirtana. Jännite ilmoitetaan voltteina (V) ja sähkövirta milliampeereina (mA). Amplitudi säädetään yleensä hoidontarkoituksen sekä hoidettavan sietokyvyn mukaan. (Robertson ym. 2006, 69.) Taajuus (engl. frequency) ilmoittaa esiintyneiden tapahtumien määrän sekunnin aikana. Taajutta mitataan hertseissä (Hz), yhden hertsin viitatessa yhteen pulssiin sekunnin aikana. Pulssitaajuus voidaan ilmoittaa myös sekunnissa siirtyneiden pulssien määränä (pps, Pulses Per Second). Lyhyt

taajuus aiheuttaa lihaksia stimuloidessa pientä nykymistä, kun korkeampi taajuus ei jätä lihassäikeille aikaa rentoutumiseen. (Robertson ym. 2006, 65.)

Impulssin pituus (engl. pulse duration) ilmoitetaan mikrosekunneissa (µs) tai millisekunneissa (ms). Lyhyillä pulsseilla tulee olla korkea virta. Pitkät pulssit korkealla virran annolla saattavat olla vaikuttavia, niiden kuitenkin aiheuttauessa kasvaneen vaaran ihovaurioille sekä epämukavuuden tunnnetta. (67-68.) Pulssien väli (engl. time between pulses, interpulse interval). Pulssien välinen tauko saattaa vaikuttaa lopputulokseen. Vaikutus voi olla erilainen käytettäessä esimerkiksi bursteja yksittäisten pulssien sijaan. Pulssin lepoajan ollessa jatkuvaa pulssia pidempi hermo reagoi samalla tasolla kuin pulssitaajuus. Pulssin lepoajan ollessa jatkuvien pulssien kanssa samanpituisia hermo reagoi pulssitaajuutta matalammalla tasolla. (Robertson 68-69.) Syklipituus (engl. duty cycle, cycle time) kuvaa todellista hoidossa siirtyvää sähkömäärää. Esimerkiksi bursteja käytettäessä voi yksi bursti kestää yhden syklin aikana 10ms jota seuraa 20ms tauko on kokonaissyklin kesto 30ms ja tällöin kokonaissykli 1:3. Pulssin tai burstin osuus koko hoito syklistä ennen sen alkamista alusta. Sykli määrittää elektrolyyttisten tapahtumien laajuuden, kuten burstin aikaansaama lihasten väsyminen. (Robertson ym. 2006, 69.) Ramp (engl. ramp up time, ramp, peak times, surging) kuvataan aikaa jona pulssi tai pursi nousee huipputasollensa. Estää esimerkiksi hätkähdysreaktion virran huipun ollessa säädetty motorisen reaktion yläpuolelle. Systemaattinen intensiteetin nousu tai lasku. Ramping on erityisen tärkeää jos hoitoon liittyy sietokyvyn huomioiminen. Ramp up tai alas ajat voivat olla sekunnin murto-osista useisiin sekunteihin riippuen annetusta hoidosta. (Robertson ym. 2006, 70.) Kokonaishoidon kesto (engl. duration) määritellään hoitokohtaisesti erikseen.

Mono- ja bifaasisista virtamuodoista on olemassa pulsoivia virtoja. Luokittelut ja sähköhoidon tyypeistä käytetyt nimitykset vaihtelevat kirjallisuudessa ja tehdyissä tutkimuksissa laajasti. Watson (2008) katsoi alan termistön käytön olevan monimutkaista, johtuen osittain laitekohtaisista eroista, jonka lisäksi tutkijat ovat käyttäneet samoja termejä eri yhteyksissä, tehden tutkimusten lukemisesta haastavaa (Watson 2008, 335). Watson on pyrkinyt yksinkertaistamaan sähköhoitojen luokittelua, luokittelemalla kaikki pulsoidut virrat omaan kategoriaan (Watson 2017).

Tasavirtaisia sähkömuotoja kutsutaan myös yksisuuntaisiksi virroiksi ja vaihtovirtaa käyttäviä virtoja kaksisuuntaisiksi virroiksi. Virtamuodoista käytetään myös termejä monofaasinen (engl. monophasic) tai bifaasinen (biphasic). Sähköhoitojen tyypit käsitellään kirjallisuuskatsauksessa jaottelemalla virrat monofaasisiin ja bifaasisiin virtamuotoihin, joihin on sisällytetty myös pulsoidut virrat. Toisaalta osalla laitteista on mahdollista tuottaa sekä monofaasisia että bifaasisia hoitoja (TENS-, Mikrovirta laitteet). Nämä hoidot on käsitelty monofaasisia virtoja käsittelevässä kappaleessa viimeisenä. On myös olemassa muita sähkömuotoja, kuten russian, interferenssi ja diadynaamiset virrat. Niitä ei ole käsitelty sisäänotetuissa katsauksissa tai tutkimuksissa, joten ne on jätetty pois tämän katsauksen sisällöstä. Käytetyt lyhenteet on listattu erikseen helpottamaan työn seuraamista sekä avustamaan mahdollisessa lähdemateriaaliin tutustumisessa (Liite 4).

3.4 Monofaasiset virrat

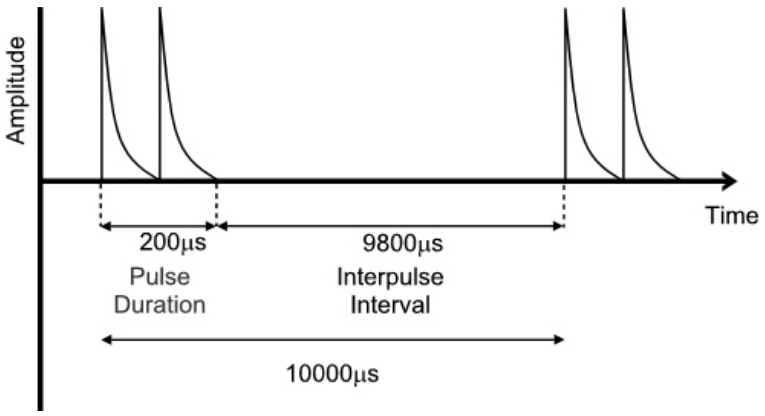
3.4.1 Galvaaninen virta

Galvaaninen virta on toinen nimi yhtäjaksoiselle tasavirralle. Virtaa käytetään iontoforeesiin ohjaamaan terapeuttisesti hyödyllisiä ioneita ihon läpi. Virrassa ei ole taukoja eikä se ole pulssimaista, koska se lisäisi hoitoaikaa ja haluttuun tulokseen pääsemistä. Galvaanista virtaa kuvaillaan virtana joka virtaa 1 sekunnin tai enemmän. (Robertson ym. 2006, 80.) Hoidossa siirtyy paljon virtaa, joka tuntuu hoitoalueella pistelynä ja värinänä. Hoitoon liittyvän palovammariskin vuoksi hoidonantoa ei suositella henkilölle, jolla on hoitoalueella alentunut ihotunto. Ensisijainen käyttö fysioterapiassa on raajojen verekkyyden lisääminen, hoitoa käytetään myös neuralgioissa ja valtimoverenkiertohäiriöissä. (Kauranen 2017, 563.)

3.4.2 Monofaasinen pulsoitu korkeajännite virta (HVPC)

Pulsoidun korkeajännite virran (HVPC, High Voltage Pulsed Current) erikoisuutena on pulssin kaksoispiikkinen pulssimuoto (Kuvio 7). Pulssitaajuutta voidaan vaihdella. Pulssit ovat erittäin lyhyitä kestoltaan ja pulssitaajuus nousee huippuunsa lähes välittömästi ja laskee puoleen noin 7 mikrosekunnin (µs) aikana. Pulssien lyhyen keston

vuoksi käytetään erittäin korkeita jännitteitä. Huippuvirtaukset saavuttavat 2-2.5 ampeerin tason muutaman mikrosekunnin huippuvirtauksen aikana, keskivertovirran jäädessä erittäin matalaksi, noin 1.2-1.5 milliampeerin (mA) tasolle. Kipukynnys lyhyille pulsseille on huomattavasti pitkiä pulsseja korkeampi. (Robertson ym. 2006, 80-81.) Käytetty jännite on 1-500 V väliltä ja impulssit ovat kestoltaan noin 65-100 milliampeeria. Laitteiden taajuudet voidaan valita 5-120 hertsin (Hz) väliltä. Virtamuoto on muokattu galvaanisesta virrasta, joka on saanut aikaan yhdessä pulsoinnin kanssa miellyttävämmän hoidon. Korkea jännitepotentiaali laskee ihon vastuksen pienemmäksi, jolloin virta tunkeutuu onnistuneesti syvemmälle. Hoitoa käytetään lihasten stimulointiin ja kipuhoitoihin. Hoitoa voidaan antaa samankokoisilla tai pienemmällä aktiivielektrodilla. (Kauranen 2017, 563.) Chattanooga Intelect monihoitolaitteen käyttöohjeessa on annettu suositus hoitoasetuksille, joilla voidaan parantaa paikallisen verenkiertoa ja stimuloida stimuloimaan iskeemisiä kudoksia. Hoitoa suositellaan annettavaksi joko positiivisella tai negatiivisella polaarisuudella, 100-120 hertsin taajuudella, 100-150 voltin amplitudilla, elektrodikoon perustuessa kohdelihaksen kokoon. (Chattanooga n.d.)



Kuvio 7. Pulsoidun monofaasisen korkeajännite virran kaksoispiikki HVPC hoidossa (Watson n.d. a. Electrotherapy.org. Käytetty luvalla)

3.4.3 Monofaasinen pulsoitu pienjännite virta (LVPC/LVMPC)

Hoidoissa käytetty laite tuottaa matalatasoista suorakulmaista aaltomuotoa olevaa matalatasoista pulsoitua virtaa. Tutkimuksissa käytetty Saksalainen WoundEL (ent.

Dermapulse) laite voi tuottaa 132-140 mikrosekunnin pituisia pulsseja 64 tai 128 kertaa sekunnissa. Feedarin (1991) tutkimuksessa gradus III-IV tason painehaavat ja Gentzkown (1991) tutkimuksessa etiologialtaan erilaiset krooniset haavat pienenivät yli puolella neljän viikon tutkimusten aikana. (Houghton 2013) Matalatasoista pulsoitua virtaa on käytetty useissa 90-luvulla tehdyissä haavanhoitotutkimuksissa. Uudempia virtamuotoa käsittelevää tutkimusta on tehty vähän. Käytettäessä pulsoitua tasavirtaa tutkijat ovat käyttäneet lyhenteitä vaihtelevasti. Virtaan on viitattu myös LVPC (Low Voltage Pulsed Current), MPC (MPC, Monophasic Pulsed Currents) ja LVMPC (Low Voltage Monophasic Pulsed Current) lyhenteillä.

3.4.4 Transkutaaninen sähköinen hermostimulaatio (TENS)

TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) on yleinen nimi sähköstimulaatiolle, jolla hoidetaan kipua paristokäyttöisen stimulaattorin avulla. TENS laitteet tuottavat yleensä jatkuvaa pulsoitua train virtaa 1-120 hertsin (Hz) pulssitaajuuksilla. Pulssit ovat yleensä suorakulmaisia tai bifaasisia impulssin pituuden ollessa normaalisti 50-200 mikrosekuntia (ms). Tavoitteena on valitusti ärsyttää a-B (sensorisia) hermokuituja vahvalla, mutta miellyttävällä tasolla aikaansaaden kipua lievittävän vaikutuksen. (Robertson ym. 2006, 80.)

Perkutaaninen sähköinen hermostimulaatio (PENS, Percutaneous Electrical Neural Stimulation) on kipuhoitoa suoraan ihonalaiskudokseen. Se eroaa TENS hoidosta, jossa hoito annetaan ihon pintaan, sillä virta johdetaan ihon läpi akupunktioneulan avulla. PENS-hoidoissa annettu virtamäärä on huomattavasti TENS-hoitoa pienempi. Vertailuissa PENS-hoito on osoittautunut TENS-hoitoa vaikuttavammaksi. (Arokoski ym. 2015, 395.) Zhang, Yue ja Sun (2014) ovat luoneet PENS-hoitoprotokollan tutkimukselle, jolla pyritään selvittämään TENS laitteella toteutetun sähköakupunktiohoidon vaikutusta painehaavojen täydelliseen sulkeutumiseen ja pienentymiseen (Zhang, Yue & Sun 2014).

3.4.5 Mikrovirta (MC) ja matalaintesiteetti virrat

Mikrovirrat (MC, Microcurrent) eli matalan intensiteetin virrat (LIC, Low Intesity Current) voivat olla tasavirtaa (LIDC, Low Intensity Direct Current), vaihtovirtaa tai vaihdella molempien välillä. Virtojen intensiteetti on alle 1 milliampeeria (mA). Laitteet

voivat tuottaa useita eri aaltomuotoja kuten neliönmuotoisia monofaasisia (MPC, Monophasic Pulsed Current) tai bifaasisia suorakulmion muotoisia (SymBiPC, Sym Biphasic Pulsed Current) aaltoja (Balakatounis & Angoules 2008).

Useissa stimulaattoreissa virta toimitetaan korkealla 80-100mA tasolla, mutta mikrovirrassa ulostulo on alle 1 mA tasolla. Mikrovirtaan liittyy usein muita parametreja kuten monofaasinen tai bifaasiset pulssit, joiden pulssitaajuus on aina 10 Hz asti ja sykliaika aina 50% asti. (Robertson ym. 2006, 84). Mikrovirran käytön on huomattu tutkimuksissa edistäneen haavojen paranemista. Hoitomuodolla on saatu hyviä tuloksia harjoittelun jälkeisten lihasvaurioiden hoidossa. (Lambert & Burgess 2004).

Bifaasiset pulssit eivät vaihtele jatkuvasti vaan laite tuottaa positiivisia ja negatiivisia pulsseja lyhyissä jaksoissa, jonka jälkeen polaarisuus vaihtuu. Hoitoa käytetään kasvojen alueen kivun vähentämiseen sekä edistämään kudosten paranemista. (Kauranen, 567.)

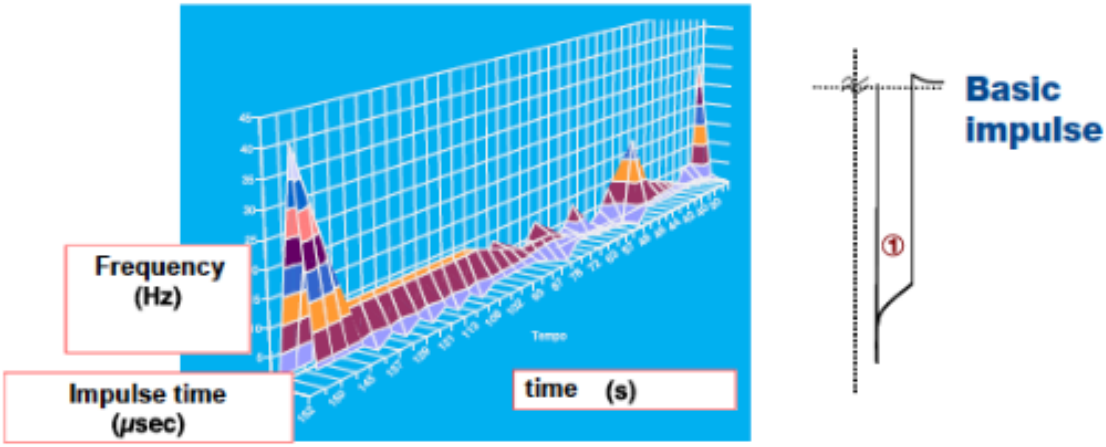
3.5 Bifaasiset virrat

Bifaasiset virrat ovat vaihtovirtoja, joissa aaltomuoto tuottaa sekä positiivista, että negatiivista stimulaatiota hoidon aikana. Bifaastista virtaa on symmetristä sekä asymmetristä muotoa. Osa bifaasisista vaihtovirroista on pulsoituja virtoja.

3.5.1 Bifaasinen pulsoitu korkeajännite virta (HVBPC)

Bifaasista pulsoitua korkeajännite virtaa tuottavia laitteita on alkanut saapua markkinoille viimeisen 15 vuoden aikana. Virtamuoto tunnetaan paremmin FREMS (Frequency Rhythmic Electrical Modulation System) nimellä. Italialialaisen Aptiva laitteen valmistaja markkinoi laitetta kivunhoitoon perifeeristen neuropatioiden, perifeersisten vaskulopatioiden, radikulopatioiden, diabeteksen ja haavojen hoidon yhteydessä (Aptiva n.d.). Laitteen uusin versio, Aptiva 4, sisältää hoito-ohjelmat neuropatioiden ja kroonisten haavojen hoitoon. Hoito-ohjeessa on hoito-ohjelmat laskimoperäisten-, valtimoperäisten-, kombinaatio-, iskeemisten neurologisten- ja traumaperäisten kroonisten haavojen sekä painehaavojen hoidolle. Hoitosuosituksen hoitoajat vaihtelevat haavakohtaisesti 25-40 minuutin välillä. (Aptiva wound healing n.d.) Laitteesta

on kaksi- tai neljä kanavaisia malleja, joissa jokaisessa kanavassa on kaksi hoitoelektrodia. Hoidoille on valmiit protokollat, joissa hoito mukautuu asiakkaan ihon antaman vasteen mukaisesti hoitoon sopivaksi (biofeedback). Hoidon negatiivisten pulssisignaalivaiheen aikana amplitudissa, pulssitaajuudessa ja kestossa tapahtuu jatkuvaa modulaatiota (Kuvio 8). Kloth (2010) käytti hoitomuodosta ensimmäisenä termiä multimoduloitu bifaasinen pulsoitu korkeajännite virta (HVBPC, High Voltage Biphasic Multimodulated Current) (Kloth 2010, 500). Hoitomuodolla on saatuu aikaan merkittävää yön- ja päivänaikaisen koetun kivun laskua diabeettista polyneuropatiaa sairastavilla ja hoito on todettu turvalliseksi toteuttaa (Bosi, Bax, Scionti, Spallone, Tesfaye, Valensi, Ziegler 2012).



Kuvio 8. FREMS hoidon modulaatio ja käytetty negatiivinen bifaasinen pulssimuoto (Aptiva 4. The new generation of FREMS esite. Fremslife. n.d. Käytetty luvalla)

3.5.2 Bifaasiset pulsoidut pienjännite virrat (AsymBiPC ja SymBiPC)

Bifaasinen pulsoitu virta vaihtelee positiivisen ja negatiivisien polaarisuuden välillä. Virtamuotojen käyttöä on tutkittu diabeetikkojen jalkahaavojen paranemisessa. Asymmetristä bifaasista pulsoitua (AsymBiPC, Asymmetric Biphasic Pulsed Current) sähköhoitoa saaneen ryhmän ero kontrolliryhmään oli haavojen paranemisnopeutta tarkastellessa tutkijoiden mukaan merkittävä. Haavojen paranemisnopeuden ero symmetristä bifaasista pulsoitua (SymBiPC, Symmetric Biphasic Pulsed Current) hoitoa saaneen ryhmän ja kontrolliryhmän välillä ei ollut tilastollisesti merkittävä. Tutki-

jat vertailivat asymmetristä hoitoa saanutta ryhmää ja kontrolliryhmää kolmen potilaan osalta, jotka siirrettiin tutkimuksen myöhemmässä vaiheessa kontrolliryhmästä asymmetrisen BiPC hoidon ryhmään. Kahden tutkittavan haavojen paranemisnopeus kasvoi lähes puolella. (Baker, Chambers, DeMuth & Villar 1997.) Asymmetrinen balansoitu BiPC antoi myös selkäydinvammautuneiden painehaavojen hoidossa merkittävästi parempia tuloksia verrattuna symmetriseen BiPC hoitoon (Baker, Rubayi, Villar & Demuth 1996). Molemmissa tutkimuksissa myös mikrovirralla hoidetun ryhmän tulokset olivat selkeästi heikompia, verrattuna asymmetristä hoitoa saaneeseen ryhmään.

4 Kroonisten haavojen paranemisprosessi ja sähköhoidot

Kroonisissa haavoissa paraneminen on estynyt sisäisen tai ulkoisen tekijän seurauksena ja vamman paraneminen on pysähtynyt. Sähköhoidon vaikutuksen taustalla olevat tekijät kroonisen haavan paranemisprosessin käynnistämisessä kattaa erilaisia teorioita. Paranemisen käynnistävästä tekijästä ei ole täydellistä varmuutta.

4.1 Vammat ja niiden paraneminen

Vamma saa aikaa syntyessään soluvauriota sekä vauriota pieniin verisuoniin, jota seuraa toissijainen solukuolema, joka aiheutuu hapenpuutteessa vaurioituneiden verisuonten- tai vaurioituneiden solujen vapauttamien kemikaalien johdosta. Vamma voi aiheuttaa kudosten solun ulkoisen rakenteen vaurioitumisen kudosten säikeiden repeydyttyä ja aineenvaihdunta voi häiriintyä. Verenhyytymistä seuraa inflammaatio (kestäen normaalitilanteessa 3-4 päivää), joka on kudosten mikroverenkierron reaktio vammaan. (Robertson ym. 2006, 28-29.) Normaalissa paranemisprosessissa entsyymit, kuten neutrofillit, magrofagit ja proteaasit sekä terveelliset proteiinit edistävät haavan paranemista haavapinnalla. Paranemisprosessissa tapahtunut häiriö voi johtaa haavan kroonistumiseen. (Chamanga 2018.) Parantuminen on homeostaattinen mekanismi, joka pyrkii palauttamaan fysiologisen tasapainon. Kaikille kudoksille yleinen paranemisprosessi jaetaan kolmeen toisiaan seuraavaan vaiheeseen, joita ovat inflammaatio, proliferaatio ja remodellaatio vaiheet. (Watson 2008, 53.)

Inflammaatiovaihe

Vaurioitumattomissa suonissa tapahtuu lyhytaikainen vasokonstriktio eli suonien supistuminen, jota seuraa pidennetty dilataatio eli suonien laajentuminen. Alueen verenkierto lisääntyy aiheuttaen punoitusta ja ihon lämpötilan nousua. Suonten läpäisevyys kasvaa sallien plasmaproteiinin pääsyn kudokseen aiheuttaen turvotusta, joka laimentaa myrkkyjä ja edistää bakteerien tuhoutumista. Sensoriset hermopäätteet joutuvat tulehdusnesteen vuoksi paineenalaisiksi ja vasodilataatio aikaansaa kemikaalisten välittäjäaineiden saapumisen alueelle (Robertson ym. 2006, 28-29). Sähköhoito kasvattaa verisuonten dilataatiota (Hunckler & de Mel 2017, 183).

Inflammaatiovaiheen päätarkoitus on kuolleen kudoksen ja jäteaineiden poistaminen sekä infektion estäminen. Neutrofillit ja makrofagit ovat ensimmäisiä alueelle saapuvia soluja vastaten kemiallisiin ja mekaanisiin ärsykkeisiin, joita ovat hyytymisreaktion tuotteet, bakteerien esiintyminen alueella ja solujen johtamat reaktiot. Neutrofillit poistavat kuollutta kudosta sekä tuhoaavat bakteereja. (Watson 2008, 54-55).

Makrofagit poistavat phagosytoosin kautta patogeenisia organismeja ja kuolleita soluja sekä vapauttavat entsyymejä, jotka tuhoavat nekroottista materiaalia. Makrofagit vapauttavat tekijöitä, jotka houkuttelevat alueelle fibroblasteja. Verihiutaleet vapauttavat kasvutekijöitä, jotka vaikuttavat fibroplasian ja angiogeneesin kautta useisiin eri soluihin. Verihiutaleet vapauttavat myös fibronektiiniä, fibrinogeeniä, thrombospondiinia ja von Willebrand-tekijää, joiden avulla verihiutaleet yhdistyvät ja muodostavat kudosrakenteita. Kuolleet ja kuolevat solut vapauttavat fibroblastien kasvutekijää. (Watson 2008, 55-56.)

Proliferaatiovaihe

Kudokset rakentuvat uudelleen makrofagien, fibroblastien ja endoteelisolujen aktiviteettien kautta muodostaen uusia verisoluja angiogeneesin avulla. Solujen yhteistyö synnyttää korkean verenkierron omaavaa granulaatiokudosta (Robertson ym. 2006, 21.), joka muodostuu mikroskooppisista verisuonista, polysakkarideista ja elastiini sekä kollageeniproteiineistä, jotka muodostavat myöhemmin solunulkoisen matriisin (ECM, Extra Cellular Matrix) (Chamanhga 2018). Magrofagit tuhoavat ja poistavat kuollutta ainesta sekä siirtyvät vamman alueelle vapauttaen kemotaktisia aineita, jotka stimuloivat fibroblastien toimintaa ja angiogeneesiä. Uudet verisuonet muodos-

tuvat samansuuntaisten endoteelisolujen versoista, jotka ovat muodostaneet kanavoituessaan kapillaarisia renkaita. Kun veri alkaa virrata niiden lävitse, alueen hapettuminen kasvaa ja fibroblastit luovat uusia kollageenisäikeitä alueen tukirakenteiksi. Uusi granulaatiokudos korvaa kuolleen vaurioituneen kudoksen. Makrofagit johtavat prosessia ja selviävät happitasoltaan huonossakin ympäristössä. Osa fibroblasteista muuttuu myofibroblasteiksi, jotka voivat supistua ja vaikuttaa haavan pienentymiseen (kontraktio) haavareunoja yhteen vetäen. (Robertson ym. 2006, 31-32.)

Granulaatiokudoksen solunulkoisten osien tuottamisesta ja organisoinnista vastaavat haavaan migroituvat fibroblastit, jotka saapuvat alueelle kemiallisten ja fysikaalisten osatekijöiden aikaansaamana. Fibroblastit syntetisoivat hyaluronihappoa, fibronektiiniä ja tyypin I ja III kollageeneja, jotka muodostavat aikaisen solunulkoisen matriisin. (Watson 2008, 58.)

Haavan sulkeutuminen on normaalitilanteessa alkanut pian vamman jälkeen ja huippu saavutetaan noin kahden viikon kohdalla. Sulkeutumiseen liittyy solujen välinen vuorovaikutus, solunulkoinen matriisi sekä sytokiinit. Haavan sulkeutumiseen todennäköisimmin vaikuttava tekijä on fibroblastien muodostuminen myofibroblasteiksi, joka aikaansaa haavan reunojen vetäytymisen sisään. Myofibroblasteissa on tunnistettu aktiini, joka saa aikaan solujen väliset- ja solujen ja matriisin väliset mikrosäikeiden sidokset, jotka vetäytyessään pitävät kollageenia paikallaan sen vakaantumiseen asti. Tapahtumasarjasta vastaavat oletettavasti kasvutekijät (TGF-B1, TGF-B2) sekä verihiutalejohdettu kasvutekijä (PDGF). Tapahtumasarjaan vaikuttavat suorasti fibroblastien kiinnitys kollageenimatriisiin sekä poikkisidokset kollageenikimppujen välillä (Watson 2008, 58-59). Sähköhoito kasvattaa angiogeneesin määrää, kollageeni matriisin muodostumista, haava alueen supistumista ja uudelleen epitelisaatiota (Hunckler & de Mel 2017, 183).

Remodellaatiovaihe

Paranemisprosessi jatkuu, kunnes koko vaurioitunut alue on korvautunut. Granulaatiokudokseen muodostuu enemmän syitä ja verenkierto vähentyy. Granulaatiokudoksesta muodostuu lopulta tiheää syykudosta. Remodellatiossa uuden kudoksen rakenne voi muuttua hitaasti ja kestää kuukausia. Verisuonet vähenevät uudelle kudokselle sopivan ominaisen elinkelpoisen verenkierron takaamiseksi. Kollageenisäikeiden epäsäännöllisyys muuttuu säännöllisemmäksi vastaamaan niiltä odotettua rasitusta.

Epiteelisolut voivat epitelisaatio prosessin kautta peittää rikkoutuneen haavapinnan alueen uudella iholla. Normaalisti pieni haava voi peittyä kahdessa vuorokaudessa, suojaten haavaa infektioilta ja vähentäen nesteiden erittymistä. (Robertson ym. 2006, 33.) Remodellaatio vaiheen kesto on kuukausista vuosiin. Tyypin III kollageeni korvautuu osittain vähemmän poikkisidoksia sisältävällä tyypin I kollageenilla. (Watson 2008, 59). Sulkeutuneen haavan vetolujuus on 70-80% alkuperäisen kudoksen vahvuudesta (Chamanga 2018).

4.2 Krooniset haavat ja hidastunut paraneminen

Haavojen paraneminen ei ole yhtä tehokasta diabeetikoilla ja selkäydinvaurion saaneilla, pienten haavojen paranemisen ollessa hidasta. Haavat voivat kehittyä suuriksi parantumattomiksi alueiksi. (Watson 2008, 64.) Kroonisissa haavoissa esiintyy infektioita, pitkittynyttä inflammaatiota, mikrobisen biofilmin muodostumista (mikrobisoluista erittyvä kerros) ja ihon solujen kyvyttömyyttä parantaa haava. Tulehdus saa aikaan neutrofillien ja makrofagien siirtymisen haava alueelle. Solut vapauttavat reaktiivisia happilajeja, proteaaseja ja matriksin metalloproteinaaseja (MMP, Matrix Metalloproteinase), jotka ovat tarpeellisia bakteerien tuhoamisessa niiden voidessa kuitenkin aiheuttaa soluvaurioita. Pitkittynyt MMP:n ylituotanto saa aikaan haavan paranemiseen vaadittujen proteiinien vaurioitumisen. (Chamanga 2018.)

4.3 Solujen sähköiset potentiaalit ja sähköhoidon käyttö

Sähköhoidon vaikuttavuutta kroonisten haavojen hoidossa on tutkittu aluksi eläinkokeissa, joita ovat seuranneet kliinisissä olosuhteissa tehdyt tutkimukset ihmisillä. Myös solututkimuksia on tehty pitkään ja ne jatkuvat edelleen. Sähköhoidon vaikuttavuudesta kroonisten haavojen hoidoissa on paljon näyttöä, mutta sen taustalla olevista mekanismeista on useita teorioita.

Riittävä verenkierto on olennaista ravinteiden, kemiallisten tekijöiden ja solujen saapumiseksi haava-alueelle, vaikuttaen alueella tapahtuvaan angiogeneesiin. Imusuonten täytyy kyetä poistamaan alueelta liiallista nestettä. Useat sairaudet aiheuttavat mikroverenkierron häiriintymän vaikuttaen verenkiertoon. (Watson 2008, 64.)

Sekä fibroblastien että epiteelikudoksen proliferaatio ovat riippuvaisia hapesta ja veren happitasojen vajaus vaikuttaa merkittävästi korjausprosessiin. Alle 20 elohopeamillimetrin (mmHg) happiosapaine (TcP02) haittaa kollageenin keräytymistä normaalin kollageenitoiminnan vaatiessa 20-60mmHg:n paineen. Happipitoisuuden lasku aiheuttaa solukuoleman. (Watson 2008, 64.)

Haavojen paranemiseen sähköhoidolla liittyvä galvanotaksis teoria perustuu solujen toimintaan. Ihmiskehoa voidaan tarkastella monimutkaisena sähköisenä järjestelmänä. Järjestelmää on käytetty lääketieteessä diagnoosien tekoon (elektrokardiogrammi) tai luomaan endogeenisiä signaaleja terapiassa (tahdistimet, defibrillaattorit). Endogeenisten sähköisten signaalisen ytimessä on sähköpotentiaaleja, jotka ovat olemassa solutasolla solukalvolla, solukalvojen välissä ja haavojen paranemiselle olennaisena orvaskedessä, jonka sähköpotentiaalia kutsutaan transepiteeliseksi sähköiseksi potentiaaliksi (TEP, Transepithelial Electrical Potential). Kehon TEP vaihtelee välillä 10-60mV (millivolttia, ka. 23mV). Haavan syntyessä epiteelinen sinetti hajoaa ja TEP putoaa 0 millivoltin (mV) tasolle haavan reunalla ja ioneja alkaa purkautua ulos, aikaansaaden sekä vauriovirtauksen (10-100uA) (engl. Current of Injury), että haavan reunalla olevan sähkökentän (140mV/mm) nopean putoamisen 0mV/mm vain 2-3 mm päässä haavan reunasta. (Clark 2013, 5.) TEP, jota kutsutaan myös ihopatteriksi (engl. skin battery), syntyy ionien kulkeutuessa natrium-kaliumpumppujen läpi orvaskedessä. Vauriovirtaus aikaansaa haavan suuntaan kohdistuneen sähköisen potentiaalin, jossa haavan keskusta on negatiivisesti ja haavan reuna on positiivisesti varautunut. (Hunckler & de Mel 2017.)

Galvanotaksis eli solumigraatio ilmiössä sähköhoidossa käytetystä polaarisuudesta riippuen lähialueen terveet solut, jotka ovat myös sähköisesti polarisoituneita, siirtyvät haava-alueelle tai sieltä pois. Fysiologinen sähköhoito sääntelee myös proliferaatiota sekä solujen suuntautumista kaiken tyyppisissä soluissa, täyttäen haavan kudos-, endoteeli- ja hermosoluilla. Haavojen vaatiessa erilaisia soluja parantumisen eri vaiheissa ja solujen polaarisuuden vaihdellessa, impulsseja on käytetty vaihtelevasti haavanhoidon eri vaiheissa. (Clark 2013, 5.). Solukalvolla on oma sähköinen potentiaali (k.a. 70mV), jonka sammuminen aiheuttaa solun toiminnallisen kapasiteetin pysähtymisen. Kun solukalvon sähköinen potentiaali suurenee, myös solutoiminta ja aktiviteetti kasvavat. Sähköhoidolla uskotaan olevan mahdollista vaikuttaa solukalvon

sähköiseen aktiviteettiin ja nostaa soluvastetta. Solututkimuksissa on todettu, että sähkövirtaus saattaa vaikuttaa ionikanavoihin ja/tai reseptoreihin. Sähkövirran alla ionikanavat ja kuljettajaproteiinit aktivoituvat ja uudelleenorganisoituvat solussa, erillään ulkoisesta kemikaalisesta gradientistä ja ionivirtauksesta, osallistuakseen solunsisäiseen polarisaatioon ja soluvasteeseen. Yksittäisillä soluilla on omat käytöstapansa sähköisesti stimuloituna. Sähkövirtaus aikaansaa solumigraation kahteen ryhmään, solujen vetäytyessä joko anodin tai katodin suuntiin, soluilla ollessa polaarisuusriippuvaisia ominaisuuksia. (Hunckler & de Mel 2017, 187.)

Negatiivisen polaarisuuden on huomattu vähentävän ödeemaa kudoksen ympärillä, hajottavan nekroottista kudosta, stimuloivan granulaation kasvua ja lisäävän verenkiertoa. Solutasolla on osoitettu, että negatiivinen virta aikaansaa fibroblastien profileraation tuottamaan kollageenia, vetää puoleensa neutrofillejä sekä stimuloi neuriittien suuntakasvua. Positiivisen polaarisuuden on huomattu toimivan vasokonstriktorina sekä edistävän epiteelin kasvua ja organisaatiota. Lisäksi se denaturoi proteiineja, avustaa estämään iskemian jälkeistä lipidien perioksidisaatiota, vähentää mastosyyttejä eli syöttösoluja parantuvissa haavoissa sekä vetää puoleensa makrofageja. (Hess, Howard & Attinger 2003.)

Klothin (2005) solututkimuksia selvittävässä katsauksessa todettiin sähköhoitojen kasvattavan fibroblastien tuotantoa, edistävän solumigraatiota anodia (positiivinen) tai katodia (negatiivinen) kohden solutoimintaa sähköstimulaation aikana, kohottavan verenkiertoa, kohottavan kudoksen happipitoisuutta, lisäävän uusien verisuonten muodostumista (angiogeneesi), lisäävän autolyysiä eli solujen tuhoutumista ilman tulehdusta, vähentävän bakteerien aiheuttamaa rasitetta ja tehostavan laskimopumpun toimintaa ja parantavan laskimovirtausta. (Clark 2013.) Sähköhoidolla johdetaan sähkövirtaa elektrodien läpi ihmiskeholle elektrodit asetettuna lähelle haavaa tai haavan päälle. Elektronisten signaalien avulla voidaan laukaista kehossa sen luontainen bioelektrinen vastus syntyneeseen haavaan. (Magee, Zachazewski, Quillen & Manske 2015, 95-96.)

Euroopan painehaava-asiantuntijaneuvosto julkaisi vuonna 2014 uuden painehaavojen ehkäisy- ja hoitosuosituksen. Uudessa suosituksessa hankalien gradus II tason sekä kaikkien gradus III ja IV tason painehaavojen hoitoon suositellaan käytettäväksi

sähköhoitoa mahdollisena lisähoitona (EPUAP ym. 2014, 47). Kanadalaisessa painehaavojen eston ja hoidon suosituksessa katsottiin selkäydinvammaisten gradus III ja IV tason painehaavojen hoidosta sähköhoidolla olevan korkeatasoista näyttöä. Sähköhoitoa suositeltiin perinteisen haavan hoidon yhteydessä käytettäväksi lisähoidoksi. (Houghton ym. 2013, 170) Suosituksissa ei oteta kantaa käytettävän sähköhoidon muotoon tai asetuksiin. Pulsoidut korkeajännite virrat ovat syrjäyttäneet galvaaniset pulsoidut virrat kroonisten haavojen hoidossa, sillä korkeajännite virta mahdollistaa korkean virtatiheyden käytön ilman ihon ärsyyntymistä tai palovammariskiä (Braddom 2007, 500).

Potilastutkimuksiin perustava tieteellisen näytön määrä sähköhoidon vaikuttavuudesta haavanhoidossa on kasvanut huomattavasti. Haavan sähköstimulaatiohoito vaikuttaisi olevan yksi lupaavimmista apuvälineistä vaikeasti parantuvien haavojen hoidon edesauttamisessa. Hoidon ollessa melko helppo toteuttaa ilman komplikaatioriskejä, se on myös edullinen. (Juutilainen 2016, 132.)

5 Opinnäytetyön toteutus

5.1 Tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena on koota tietoa kroonisten haavojen hoitoon käytettyjen sähköhoitojen vaikuttavuudesta Keski-Suomen sairaanhoitopiirin Fysiatrian osastolle. Opinnäytetyössä selvitetään erilaisten sähköhoitojen hyötyjä etiologialtaan erilaisten kroonisten haavojen hoidossa. Työn tulokset esitettiin Keski-Suomen keskussairaalan fysiatrian koulutuspalaverissa tunnin mittaisessa esityksessä toukokuussa 2017, jonka lisäksi osana työtä toteutettiin hoitosuositus (LIITE 1) sekä kirjallinen tuotos tieteellisestä tutkimusmateriaalista. Kirjallinen tuotos luovutettiin fysiatrian osaston fysioterapian kliiniselle asiantuntijalle, fysiatrian ylilääkärille ja osastoa edustavalle fysioterapeutille erillisessä kokouksessa, jossa käsiteltiin haavahoitoketjuja.

Koska hoidosta voi katsoa HVPC-hoidosta olevan selkeää hyötyä toteutettiin keskussairaalalle hoito-ohje. Hoito voi käyttöönotettaessa vähentää terveydenhuoltojärjestelmälle aiheutuvia kustannuksia ja kohentaa kroonisista haavoista kärsivien elämän-

laatua. Opinnäytetyön mahdollinen toiminnallinen osa ohjeistaa samalla työntekijöitä oikeaoppisen hoidon annossa ja käyttöönotossa sekä lisää tietoisuutta kroonisista haavoista ja niiden hoidossa käytettävistä keinoista. Kirjallisuuskatsaus selventää aiheeseen liittyvää kokonaiskuvaa viimeaikaisesta tieteellisestä tutkimuksesta ja alan kirjallisuudesta. Se myös selvittää, milloin hoitomuodon käytöstä on ollut hyötyä ja missä muodossa. Opinnäytetyön tutkimuskysymyksen suunnitelussa käytettiin apuna PICO- (Population, Intervention, Comparators, Outcomes) mallia.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset olivat

- Minkälaisilla sähköhoidoilla ja asetuksilla on ollut kroonisten haavojen hoidossa vaikutusta?

- Minkä tyypisiin kroonisiin haavoihin sähköhoidolla on osoitettu olevan vaikutuksia?

Kirjallisuuskatsauksella pyritään selvittämään, onko kroonisen haavan hoidosta sähköterapialla hyötyä, kun haava on jo kroonistunut. Lisäksi katsaus selvittää miten hoito toteutetaan. Kroonisten haavojen hoidolle ja hoidon edistämiselle opinnäytetyöllä on positiivinen vaikutus, sillä kroonisten haavojen hoitoon käytettävät resurssit ovat rajalliset.

5.2 Tutkimusmenetelmä

Integroivalla kirjallisuuskatsauksella tuotetaan olemassa olevasta tutkimuksesta uutta tietoa. Sen avulla voidaan helpottaa aineiston kriittistä arviointia ja syntetisointia. Integroiva katsaus voi sisältää sekä teoreettista että empiiristä tietoa tai yhdistellä molempia. Katsaus voi tarkastella teoreettisia lähtökohtia, menetelmiä tai tutkimustuloksia, huomioiden erilaisia implikaatioita sekä johtopäätöksiä. (Suhonen, Axelin & Stolt, 13.) Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on toteuttaa olemassa olevan tutkimustiedon perusteella tietoa siitä, onko sähköhoidoista apua kroonisten haavojen hoitoon.

Integroidulla katsauksella kerätään yhteen tutkittavasta aiheesta löytyvä tutkimustieto, arvioidaan minkälaista näyttöä aiheesta on ja lopuksi tehdään johtopätökset kootusta tiedosta ja sen saatavilla olevan tiedon nykytilasta (Flinkman & Salanterä

2007, 85). Integroitu kirjallisuuskatsaus perustuu tarkkaan suunnitelmaan ja jäsentelyyn sen muistuttaessa useiden prosessivaiheiden osalta systemaattista katsausta (Sulosaari & Kajander-Unkuri, 107). Russell (2005) esittää integroidun katsauksen tehtäviksi esimerkiksi jatkotutkimuksen aiheiden löytämisen, tehtyjen tutkimusten puutteiden tunnistamisen, aihe-alueesta olevan tutkimustiedon laadun- ja määrän arvioinnin tai onnistuneiden tutkimusmetodien löytämisen (Flinkman & Salanterä 2007, 86). Integroivan kirjallisuuskatsauksen avulla pyrin kokoammaan yhteen laadullisesti arvioidut tutkimukset, joiden perusteella pyrin löytämään toimivan ja turvallisen tavan toteuttaa hoitoa kroonisten haavojen parantamiseksi.

Cooper (1989) kuvaa integroituun kirjallisuuskatsaukseen kuvauksen käsittäen yleensä viisi vaihetta, joissa määritetään tutkimusongelma, tehdään aineistonkeruu, arvioidaan aineisto, toteutetaan aineiston analyysi ja lopuksi tehdään tulkinnat sekä esitetään tulokset. Integroidun katsauksen tutkimusjoukkona ovat tutkimukset, joissa käsitellään aihetta lähes samoin tutkimuskysymyksin. Katsauksessa muotoillaan tutkimusongelma ja tehdään selkeä kysymyksenasettelu katsauksen rajaamiseksi. (Flinkman & Salanterä 2007, 88). Opinnäytetyö on toteutettu integroivana kirjallisuuskatsauksena. Kuvaus sopii parhaiten kuvaamaan opinnäytetyön toteutusprosessia sen eri vaiheiden ja tarkoituksen osalta. Osittain myös systemaattinen katsaus sopii kuvastamaan opinnäytetyöprosessia etenkin alkuvaiheiden osalta. Suunnitteluvaiheessa katsauksen rajaamiseen ja tutkimuskysymysten suunnitteluun käytettiin apuna PICO-mallia, joka on yleisesti enemmän käytössä systemaattisissa katsauksissa. Myös integroivan kirjallisuuskatsauksen tulosten synteesi kuvaa hyvin opinnäytetyön loppuun tehtyä pohdintaa ja johtopäätöksiä. Vaikka tässä opinnäytetyössä on myös systemaattisen katsauksen elementtejä, opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä toimii integroitu kirjallisuuskatsaus.

5.3 Aineiston hankinta ja tutkimusaineisto

Arvioinnissa tarkastelen tutkimuksia tasapuolisesti riippumatta siitä, ovatko tulokset olleet onnistuneita tai niistä ei ole ollut merkittävää hyötyä hoito prosessissa. Tutkimuksista tarkkailin muun muassa hoitomenetelmää ja teknisiä tietoja, tutkimuksen

toteuttajia ja heidän liitännäisyyksiään (luotettavuutta), tutkimuksen laadullista arviointia ennen julkaisua, osallistuneiden määrää, toteutustapaa ja tutkimuksen julkaisuajankohtaa.

Katsauksen teossa tulee pyrkiä käyttämään mahdollisimman laajoja tiedonhakumenetelmiä, jotta olemassa olevasta materiaalista saataisiin mahdollisimman hyvä otos. Aineistonkeruussa voidaan käyttää tutkimustietokantoja, hakupalveluita (kirjastot, hakukoneet), artikkeleja, lähdeluetteloja ja tutkijoiden kanssa verkostoitumista. (Flinkman & Salanterä 2007, 91). Käytin aineistohaussa tutkimustietokantojen lisäksi ammattikorkeakoulujen (JAMK, HAMK, Metropolia) kirjastoja sekä Jyväskylän yliopiston kirjastoa.

Tutkimuskysymysten kliininen luonne määrittää mukaan otettavien tutkimusten kriteereitä. Tarkat kriteerit tutkimusten mukaanotolle ja poissululle kohdistuvat tarkasteltavaan kohderyhmään (P, Population), hoitointerventioon (I, Intervention), verrokkiin (C, Comparators) ja tutkittavasta aiheesta saataviin tuloksiin (O, outcomes). (Stolt 2016, 57). Opinnäytetyön kohderyhmänä (P) ovat kroonisen haavan omaavat potilaat, interventiona (I) on sähköhoidon käyttö kroonisen haavan paranemisen edistämiseksi, verrokkina (C) on kontrolliryhmä, jota ei hoideta sähköhoidolla ja tuloksena (O) tapahtuneet muutokset.

Ainestohaku tehtiin hyväksytyistä tietokannoista CINAHL, Embase, Pubmed, Pedro, Cochrane-library ja Research Gate. Hakusanoina käytettiin electrical, stimulation, electrotherapy, current, nerve, tens, hvpc, high voltage, low voltage, frems, microcurrent, chronic, wounds, non-healing, foot wounds, leg ulcers, pressure, decubitus, diabetic, venous, arterial, ischemic, ulcer, ulceration, healing, systematic review, randomized controlled trial, rct, systematic review, meta-analysis, study. Tutkimuksia haettiin myös löydettyjen tutkimusten ja artikkelien lähdeluetteloista.

Pääsy tutkimustietokantoihin tapahtui Jyväskylän ammattikorkeakoulun verkon kautta. Osaan tutkimuksista pääsy onnistui Jyväskylän yliopiston verkon kautta. Jäljelle jääneisiin tutkimuksiin pääsy onnistui Keski-Suomen keskussairaalan verkossa tai tutkimukset saatiin keskussairaalan kirjaston avulla.

Katsaus- ja tutkimuskriteerejä on luokiteltu neljään eri ryhmään. Systemaattisille katsauksille- ja meta-analyyseille tehtiin omat mukaanottokriteerit ja satunnaistetuille

kontrolloiduille tutkimukselle omat kriteerit. Molemmissa kriteereissä huomioitiin myös poissulkukriteerit.

Kriteerit systemaattisille katsauksille ja meta-analyyseille:

Mukaanottokriteerit:	Poissulkukriteerit:
- Tutkimus on englanninkielinen - Tutkimus on systemaattinen katsaus tai meta-analyysi ja arvioi haavan paranemista tai ainakin yhden kroonisen haavatyypin osalta - Mukaanotetuissa tutkimuksissa on tutkittu sähköhoidon vaikutuksia kroonisen haavan paranemiseen - Tutkimus on systemaattinen katsaus- tai meta-analyysi - Tutkimukseen mukaanotetut tutkimukset tutkivat haavojen paranemista ihmisillä todellisissa olosuhteissa - Tutkimuksen laatu on AMSTAR laadunarvioinnissa vähintään pistemäärän 5/11	- Ei ole englanninkielinen - Systemaattinen katsaus tai meta-analyysi arvioi ei arvioi kroonisten haavojen paranemista - Tutkimus ei tutki pelkän sähköhoidon vaikutusta kroonisen haavan paranemiseen - Tutkimus on kirjallisuuskatsaus tai artikkeli - Tutkimuksessa ei tutkita haavojen paranemista ihmisillä kliinisissä olosuhteissa - Tutkimuksen laatu AMSTAR laadunarvioinnissa on vähemmän kuin 5/11

Kriteerit satunnaistetuille kontrolloiduille tutkimuksille:

Mukaanottokriteerit:	Poissulkukriteerit:
- Tutkimus on englanninkielinen - Tutkittavilla esiintyy vähintään yksi krooniseksi luokiteltava haava - Tutkimus on toteutettu ihmisillä	- Tutkimus ei ole englanninkielinen - Tutkimuksessa ei tutkita sähköhoidon vaikutusta kroonisiksi luokiteltujen haavojen hoitoon

todellisissa olosuhteissa - Tutkimuksessa on tutkittu sähköhoidon vaikutuksia, ei sähköhoidon ja toisen hoitomuodon (esim. ultraääni, lämpöhoito) - Tutkimus on toistettavissa ja tutkimus on tehty kuluvalla vuosituhannella - Vain sähköstimulaatio hoito. Muita hoitoja kuten ultraääni - Tutkimuksen otos on vähintään 20 - Tutkimus on satunnaistettu kontrolloitu tutkimus - Tutkimukseen sisällytetyt tutkimukset tutkivat haavojen paranemista ihmisillä todellisissa olosuhteissa - Tutkimuksen laatu on Pedro laadunarvioinnissa vähintään 4/10	- Tutkimuksessa on selvitetty sähköhoidon vaikuttavuutta yhdistettynä toiseen haavojen perushoidon lisäksi käytettyyn hoitomenetelmään - Tutkimusta ei voida toistaa saatavilla olevilla laitteilla - Tutkimus on tehty ennen vuotta 2000 - Tutkimus on tehty viime vuosituhannella, eikä ole mahdollisesti toistettavissa - Otos on vähemmän kuin 20 henkilöä - Tutkimus on kohortti tutkimus tai tutkimusta ei ole satunnaistettu - Tutkimuksen laatu on Pedrp laadun arvioinnissa alle 4/10 pistettä

Kirjallisuuskatsaus rajattiin viimeisen 15 vuoden aikaisiin systemaattisiin katsauksiin ja kuluvan vuosituhannen systemaattisiin katsauksiin, jotta tutkimustieto olisin kohtuullisen uutta, hoidot toistettavissa ja jotta käytetyn teknologian saatavuus ei aiheuttaisi merkittäviä ongelmia suositeltavan hoidon toistettavuudelle. Tutkimusten ajallinen rajaus toteutettiin tutkimuksen tilaajan pyynnöstä.

Tutkimusten keskeiset tiedot käsittelevää taulukkoa on hyvä käyttää apuna, jotta lukijalle tarjoutuu mahdollissisuus tutkimusten keskeisten piirteiden nopeaan tarkasteluun. (Flinkman & Salanterä 2007, 92.) Opinnäytteessä keskeisimmät tulokset on koottu taulukkoihin, jotka mahdollistavat tutkimuksissa käytettyjen parametrien nopean selvittämisen sekä otosten ja tulosten kriittisen arvioinnin.

5.4 Luotettavuus

Tutkimusten kriittinen arviointi on olennainen osa kirjallisuuskatsauksen tekoa, arvioinnin edesauttaessa tutkimusten kuvaamisessa sekä tutkimustulosten painoarvon arvioinnissa (Stolt 2016, 74). Tutkimusten luotettavuutta on arvioitu sekä systemaattisten katsausten että satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten osalta. Systemaattisten katsausten laadunarviointiin käytettiin AMSTAR työkalua. Katsausta varten valittiin AMSTAR työkalu, sillä sitä on käytetty aiemmin Houghtonin (2017) kroonisia haavoja käsitteleviä systemaattisia katsauksia tarkastelevan katsauksen laadun arvioinnissa. Opinnäytetyön luotettavuuden kannalta olisi oleellista, että laatua on arvioinut useampi kuin yksi henkilö. Siten sovellettavissa olevilta osin aiemmin tehtyjä AMSTAR arviointia käytettiin hyväksi niiden systemaattisten katsausten osalta, jotka on arvioitu aiemmin. Systemaattisten katsausten AMSTAR pisteytykset tarkistettiin niiden tutkimusten osalta, jotka sopivat tähän tutkimukseen kohdassa aineiston hankinta mainittujen kriteerien perusteella. Katsausten osalta, joita ei oltu arvioitu arvioitiin erikseen AMSTAR työkalun avulla ja tutkimusten pistemäärät on ilmoitettu taulukossa (Taulukko 1). Tarkastusten lisäksi erilliset laadunarvioinnit tehtiin tutkimuksista Liu 2016, Health Quality Ontario 2017, Khouri 2017).

Systemaattisten katsausten laadun arvioinnissa käytettiin AMSTAR (A MeaSurement Tool to Assess systematic Reviews) työkalua, joka on kehitetty laadunarviointiin. Työkalu käsittää 11 kysymystä jotka auttavat systemaattisten katsausten laadunarvioinnissa (Shea, Grimshaw, Wells, Boers, Andersson, Hamel, Porter, Tugwell, Moher, Bouter 2007a). AMSTAR työkalun systemaattisia katsauksia arvioivat kysymykset on listattu suomenkielelle käännettynä erillisesssä liitteestä (Liite 2).

Taulukko 1. Systemaattisten katsausten- ja meta-analyysien laadunarviointi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Yhteensä
TUTKIMUSTIEDOT												
Barnes (2014)	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	10/11
Health Quality Ont. (2017)	x		x	x		x	x	x	x		x	8/11
Hinchliffe (2008)		x	x			x	x				x	5/11
Kawasaki (2014)		x	x			x	x	x			x	6/11
Koel & Houghton (2014)		x				x		x	x		x	5/11
Khouri (2017)	x	x	x	x		x	x		x		x	8/11
Kwan (2012)		x	x			x	x	x	x	x	x	8/11
Lala (2015)	x	x	x	x		x	x	x	x		x	9/11
Liu (2014)	x	x	x			x	x	x			x	7/11
Liu (2016)	x	x	x			x	x	x	x		x	8/11
Nicolas (2012)		x	x					x			x	4/11
Polak 2013)	x	x	x			x	x	x	x		x	8/11
Reddy (2008)			x			x	x	x			x	5/11
Regan (2009)			x			x	x	x			x	5/11
Thakral (2015)		x	x			x					x	4/11
Smith (2013)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	10/11
Velez-Diaz-Pallares (2015)	x	x	x			x	x	x	x		x	8/11

Satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten laadun arviointiin käytettiin australialaisen Physiotherapy Evidence Database tietokannan PEDro Scale (PEDro) mittaria. PEDro scale on validoitu mittari kliinisten tutkimusten laadun arviointiin (de Morton 2009). Työkalu valittiin, sillä se on yleisesti käytössä oleva tunnettu fysioterapiatutkimusten laatua arvioiva ja validoitu mittari, sekä sitä käytetään fysioterapeuttien käyttämässä tietokannassa, jossa tutkimusten laatua arvioidaan useiden tutkijoiden toimesta. PEDro tietokannasta löytyi laadunarviointi yhdeksälle RCT tutkimukselle. Viidelle tutkimukselle ei ollut saatavilla laadunarviointia ja niiden laatu arvosteltiin tätä katsausta varten itse. Katsaukseen arvostellut tutkimukset Pedro tietokannan ulkopuolelta olivat Cukjati (2001), Franek (2006), Jankovic & Blinic (2008) Junger (2008), Magnoni (2013) ja Polak (2016). Mukaanottokriteerit täyttäneet tutkimukset ja niiden laadunarviointi on esitetty erillisessä taulukossa (Taulukko 2). Pedro Scale työkalun satunnaistettuja tutkimuksia arvioivat kysymykset on listattu suomenkielelle käännettynä erillisessä liitteestä (Liite 3). Pedro scale perustuu Delphi listaan, joka arvioi RCT tutkimusten laadullisia kriteereitä systemaattisten katsausten tuottamiseksi. Pedro scale tarkoituksena on helpottaa Pedro tietokannan käyttäjiä tunnistamaan sisäisesti validit ja riittävää tilastollista tutkimustietoa sisältävät tutkimukset nopeasti (PEDro scale).

Taulukko 2. Satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten laadunarviointi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Yhteensä
TUTKIMUSTIEDOT												
Ahmad (2008)		x		x						x	x	4/10
Cukjati (2001)		x						x		x	x	4/10
Franek (2000)	x	x		x				x		x	x	5/10
Franek (2006)	x			x				x	x	x	x	5/10
Franek (2012)	x	x	x	x				x	x	x	x	7/10
Houghton (2003)	x	x		x	x	x	x	x		x	x	8/10
Houghton (2010)	x	x	x	x			x	x	x	x	x	8/10
Jankovic (2008)	x	x						x	x	x	x	5/10
Junger (2008)	x	x	x		x	x				x	x	6/10
Magnoni (2013)	x	x	x	x				x	x	x	x	7/10
Peters (2001)	x	x	x	x	x	x	x			x		7/10
Polak (2016)	x	x	x	x	x		x		x	x	x	8/10
Polak (2017)		x	x	x	x		x	x	x	x	x	9/10
Santamato (2012)	x	x	x	x			x	x	x	x	x	8/10
Taradaj (2010)		x	x	x						x		4/10

Muista tutkimuksista poiketen Ahmadin (2008) tutkimuksessa ei ollut varsinaista hoidon vaikuttavuutta vertailevaa kontrolliryhmää, sillä tutkimuksessa selvitettiin eri hoitoaikojen vaikutusta haavojen paranemiseen. Tutkimuksessa ei voitu myöskään sokkouttaa tutkittavia, sillä ryhmien hoitoajat poikkesivat toisistaan. Osassa tutkimuksista laatu oli matala, joka johtui mahdollsiesti huonosta raportoinnista.

5.5 Aineiston analyysi ja tulkinta

Aineistoa tulee arvioida, jotta saadaan tarkemmin esiin tutkimustulosten painoarvo. Empiiristä tutkimusaineistoa voidaan arvioida esimerkiksi tutkimusaineiston koon, edustavuuden, tutkimuksen toistettavuuden ja luotettavuuden perusteella. Kvantitatiivista tutkimusta arvioidaan ennalta määritettyjen kriteerien perusteella. (Flinkman & Salanterä 2007, 93.) Aineiston analyysi on tehty luokittelemalla ja järjestelemällä systemaattisten katsausten ja meta-analyysien sekä satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten tuloksia ja tehden tutkimuksista jatkuvia muistiinpanoja. Kootun tiedon perusteella on haettu vastausta tutkimusongelmaan haavatyypeistä ja käytetyistä sähköhoidoista, pyrkien löytämään eniten tutkittu ja vaikuttavin hoito sekä siinä käytetyt asetukset.

Integroitu katsaus tavoittelee tulosten tulkinnassa ja aineiston synteesissä tasapuolisuutta. Merkittävät tulokset erotellaan vähemmän merkittävistä tuloksista. (Flinkman & Salanterä 2007, 94.) Määrällisten tutkimusten tuloksia voidaan arvioida meta-

analyysin avulla tai tarkastelemalla löytyviä tuloksia. Tuloksia arvioidaan joko positiiviseksi tai negatiiviseksi ja analysoija laskee tulokset yhteen arvioiden tutkimusten lopputuloksia. (Flinkman & Salanterä 2007, 95.) Tarkastelua voidaan käyttää tutkimusmetodina myös narratiivisessa muodossa olevassa katsauksessa, jolloin tarkasteltavien tutkimusten tuloksista etsitään eniten esiintyneitä tutkimustuloksia. Laadullista aineistoa käsitellessä sitä pyritään tiivistämään kategorioihin, joiden avulla voidaan erottaa esiintyviä malleja ja teemoja. (Flinkman & Salanterä 2007, 96.) Katsauksessa käsitellään hoitotutkimuksia tasapuolisesti ennalta tehtyjen mukaanottokriteerien mukaisesti. Tutkimusten tuloksia käsitellään myös tasavertaisesti ottaen huomioon tutkimusten laadun ja luotettavuuden. Toteutuksessa on käytetty myös kategorisointia ja teemoittelua, jotta erilaiset kroonisen haavan tyypit, vaihtelevat tutkimusryhmät (selkäydinvaurioiset, geriatriset, diabeetikot, jne.), eri sähköhoidon muodot huomioidaan tulosten arvioinnissa. Metodilla olen pyrkinyt helpottamaan katsauksen tulosten lopullista kriittistä arviointia.

Integroivassa katsaustyypissä tutkimustuloksista, jotka on saatu erilaisin tutkimusmenetelmin, kootaan yhteen tulosten synteesi. Menetelmän avulla voidaan saada aiheesta laaja ja syvällinen ymmärrys. (Suhonen, Axelin & Stolt, 13.) Johtopäätökset esitetään selkeästi kuvattuna loogisena päätelmäketjuna, jotta lukija voi arvioida tuloksia (Flinkman & Salanterä 2007, 97). Katsaustutkimuksen tulosten synteesi ja johtopäätös esitetään kirjallisuuskatsauksen lopussa.

6 Tiedonkeruun tulokset

Sähköhoitojen käytöstä kroonisten haavojen hoidossa ei ole saatavilla olevaa Cochrane-katsausta. Vuonna 2001 julkaistu Cochrane-katsaus on sisältänyt tutkimustavoitteiden moninaisuuden vuoksi vain yhden RCT tutkimuksen. Tutkimus on poistettu tietokannasta vanhentuneen tiedon vuoksi. Vuonna 2004 Fernandez-Chimeno, Houghton & Holey tekivät Cochrane tutkimusprotokollan systemaattiselle katsaukselle sähköhoidoista kroonisten haavojen hoidossa, joka ei kuitenkaan edennyt lopulliseen katsaukseen asti. Vuonna 2016 Cochrane tietokantaan lisättiin uusi protokolla sähköhoidon vaikutuksia painehaavojen hoitoon selvittävälle systemaattiselle katsaukselle. Cochrane protokollat sisältävät tulevan katsauksen toteutusta ohjaavat

tutkimusmetodit, sisäänottokriteerit ja tutkimuksen tavoitteet. Tutkimus ohjaa tutkijoiden tutkimusten valintaa ja arviointia sekä löydösten hyötyjen ja haittojen mittaustapaa systemaattista katsausta varten. (Cochrane Library 2017)

Houghton (2017) teki katsauksen sähköhoidon vaikutuksia kroonisten haavojen paranemisessa arvioivista systemaattisista katsauksista ja meta-analyyseistä (Houghton 2017). Opinnäytetyön sisältö eroaa Houghtonin katsausten katsauksesta, perehtyen satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten sisältöön, pyrkimyksenä selvittää yksityiskohtaisesti vaikuttavimmat hoitoparametrit. Lisäksi opinnäytetyössä on mukana ajankohtaista tietoa.

Houghton (2017) löysi 62 tutkimusta sisältäen 2082 potilasta, joilla esiintyi painehaavoja, laskimoperäisiä alaraajahaavoja, diabeetikon jalkahaavoja, valtimoperäisiä tai iskemisiä haavoja tai haavoja joissa etiologia oli kombinoitunut (engl. mixed ulcers). Katsaus selvitti myös olemassa olevien satunnaistettujen tutkimusten kokonaismäärää ja vertaili sitä tarkastettujen systemaattisten katsausten ja meta-analyysien käyttämään tutkimusmäärään. Houghton totesi sekä laadultaan korkeiden systemaattisten katsausten (n=10) että laadultaan korkeiden satunnaistettujen systemaattisten katsausten (n=22) esittävän johdonmukaisesti sähköhoidon nopeuttavan kroonisten haavojen paranemista tai saaden aikaan suuremman määrän sulkeutuneita haavoja verrattuna pelkällä perinteisellä haavanhoidolla tai lumesähköhoidolla hoidolla hoidettuihin kontrolliryhmiin. Potilaiden alkutilanne ennen interventiota oli kontrolliryhmissä samanlainen kuin hoitoryhmissä. (Houghton 2017.)

6.1 Systemaattiset katsaukset ja meta-analyysit

Mukaanottokriteerien perusteella saatavilla oli 15 systemaattista katsausta ja meta-analyysiä. Ensin käsitellään kaikkiin kroonisiin haavoihin keskittyneet sähköhoitojen vaikutuksia selvittävät systemaattiset katsaukset ja meta-analyysit. Seuraavaksi käsitellään yksittäisiin kroonisen haavan tyyppeihin keskittyneet systemaattiset katsaukset ja meta-analyysit, joiden osalta systemaattisia katsauksia oli saatavilla painehaavoihin ja diabeetikon jalkahaavoihin keskittyneistä katsauksista. Laskimoperäisistä haavoista ei ollut opinnäytetyötä tehdessä saatavilla laadullista systemaattista katsausta. Kroonisia haavoja käsitellään ensimmäisenä, sillä yhtenä tutkimusongelmana

pyritään selvittämään, minkälaisiin kroonisiin haavoihin sähköhoidoilla on ollut vaikutusta. Toisena tutkimusongelmana osiossa selvitetään, minkälaisen sähköhoidon käytöstä on saatu parhaita tuloksia.

Kappaleissa edetään käsittelemällä ensin sähköhoitoihin keskittyneet katsaukset, jonka jälkeen käydään läpi kaikkia tehostavia hoitoja vertailevat katsaukset. Sähköhoito on luokiteltu laajemmissa katsauksissa yhdeksi paranemista tehostavaksi hoidoiksi. Muita tehostavia hoitoja voivat olla esimerkiksi ultraääni sekä alipaineimuhoito. Systemaattisten katsausten tutkimuskriteerit vaihtelevat. Tutkimuskriteerejä on vertailtu erillisessä taulukossa (Taulukko 3).

Taulukko 3. Systemaattisten katsausten ja meta-analyysien tutkimuskriteerit

	Täydellinen paraneminen	Haavan koon muutos	Paranemis-nopeus	Haitta-vaikutukset	Hinta-hyöty-laatusuhde
KATSAUKSET					
Barnes ym. (2014)		x	x		
HQO (2017)		x		x	x
Hinchliffe (2008)	x	x	x		
Kawasaki (2014)		x	x	x	
Koel & Houghton (		x			
Khouri (2017)		x		x	
Kwan (2012)	x		x		
Lala (2015)	x		x		
Liu (2014)		x	x		
Liu (2016)	x	x			
Polak (2013)	x	x			
Reddy (2008)		x			
Regan (2009)			x		
Smith (2013)	x	x		x	
Velez-Diaz-Pallares (2015)			x		

6.1.1 Krooniset haavat

Pulsoitu korkeajännite virta haavojen hoidossa

Polak ja muut (2013) tutkivat HVPC-hoidon vaikutusta kroonistenhaavojen paranemiseen. HVPC virta on monofaasista pulsoitua tasasuuntaista. Aalto- ja virtamuodon vaikuttavuutta arvioitiin konservatiivisesti hoidettavilla potilailla, joilla esiintyi painehaavoja, laskimoperäisiä alaraajahaavoja, diabetes jalkahaavoja, sekä osalla potilaista kirurgisesti hoidettuja laskimovajaatoiminnasta johtuvia haavoja. Systemaattisen katsauksen 10:stä RCT tutkimuksesta kuusi katsottiin korkealaatuisiksi. Painehaavojen paranemista selvitettiin kolmessa korkealaatuisessa tutkimuksessa, joissa hoitojen kestot olivat vähintään 6 viikkoa. Haavoissa todettiin yli 70%:n paraneminen alkuperäiseen haavakokoon verrattuna. Kontrolli tai lumehoitoryhmissä haavojen paraneminen oli välillä -8.9% ja 44%. Yhdessä korkealaatuisessa tutkimuksessa laskimoperäiset haavat pienenivät kuuden viikon jälkeen sähköhoitoryhmässä 59%, kun kontrolliryhmässä haavat paranivat 34,7%. Yhdessä tutkimuksessa, joka käsitti laskimoperäisiä, valtimoperäisiä, diabeteksen aiheuttamia ja ns. ”mixed” haavoja, tuloksia ei oltu tarkasteltu erikseen haavojen eri etiologioiden mukaan. Puolet haavoista oli

kuitenkin laskimoperäisiä alaraajahaavoja. Neljän viikon hoitojakson jälkeen sähkö-hoitoryhmän haavat olivat saavuttaneet 44%:n sulkeutumisen verrattuna kontrolli-ryhmään, jossa vastaava luku oli 16%. Yhdessä korkealaatuisessa tutkimuksessa dia-beetikon jalkahaavoja hoidettiin sähköä johtavan haava-alueen peittävän sukkasidok-sen avulla. Hoidolla ei saavutettu tilastollisesti merkittävää eroa. Tutkijat totesivat HVPC-hoidon vaikuttavuuden vahvistetuksi painehaavojen ja laskimoperäisten haa-vojen paranemisessa. (Polak, Franek & Taradaj 2013.)

Sähköhoitojen nykytilanne, vaikuttavuuden näytön vahvuus ja meta-analyysi

Koel & Houghton (2014) tutkivat eri sähköstimulaatiohoitojen vaikuttavuutta kroo-nisten haavojen paranemiseen. Katsauksen satunnaistetuissa tutkimuksissa (n=15) tarkasteltiin painehaavoja, laskimoperäisiä jalkahaavoja, sekä diabeettisia jalkahaa-voja. Korkealaatuisista tutkimuksista tehty yhteenveto selvitti hoidon vaikuttavuutta haavakokoon. Tutkijat totesivat sähköhoidon aaltomuodon (tasa- tai vaihtovirta) ole-van yksi hoitotuloksiin vaikuttavista avaintekijöistä, jota perustellakseen tutkijat sel-vittivät eroavaisuuksia tasa- (n=11) ja vaihtovirtahoitojen (n=4) välillä. Meta-analyysi tarkasteli haavojen keskivertoista prosentuaalista koon pienenemistä neljä viikkoa hoidon aloittamisen jälkeen (engl. Percentage Average Reduction, PAR4). Tutkimus-ten hoitojen kesto oli keskimäärin 6.5 viikkoa ja hoitoa annettiin useimmiten viisi ker-taa viikossa. (Koel & Houghton 2014.)

Selvityksessä todettiin kaikissa haavatyypeissä sähköhoidon käytön yhdessä perinteisen haavanhoidon kanssa edistäneen haavakoon pienenemistä (PAR4) 26%:lla (95 CI 15,6, 37,8) pelkällä perinteisellä haavanhoidolla hoidettuihin kontrolliryhmiin verrat-tuna. Tarkastellessa tasasuuntaisten (johon kuului myös pulsoidut virrat) sähköhoito-jen vaikutusta yhdessä perinteisen haavanhoidon kanssa neljän viikon hoidon jälkeen (PAR4), haavat olivat pienentyneet 30%:lla (95 CI 20,9, 40,6) kaikissa haavoissa ja 42%:lla (95 CI 32, 53,3.) painehaavoissa. Tarkastellessa vaihtovirta sähköhoitojen vai-kutusta tutkimuksista nousi esiin positiivisia tuloksia myös laskimoperäisten ja dia-beetikon jalkahaavojen kohdalla (PAR4=18%). (Koel & Houghton 2014.)

Tutkijat katsoivat tasasuuntaisen (+ tai -) sähköhoidon käytön yhdessä perinteisen haavanhoidon kanssa edistävän haavakoon pienenemistä 4 viikon hoidon aikana, ta-sasuuntaisen sähköhoidon ollessa vaikuttavampaa painehaavojen hoidossa, johon on

selvä hoitoindikaatio. Diabeetikon jalkahaavoihin ja laskimoperäisiin alaraajahaavoihin sähköhoidolla on tutkijoiden mukaan mahdollisuus saada positiivisia hoitotuloksia myös vaihtovirroilla. Sähköhoidon todettiin osoittaneen vaikuttavuutensa haavojen paranemiseen aiheuttaen minimaalisia, jos ollenkaan haittavaikutuksia. Hoidonantoa arvioitiin olevan mahdollista ohjeistaa myös potilaille tai heidän kumppaneilleen itseannettavaksi. (Koel & Houghton 2014.)

Arviointi ja meta-analyysi sähköhoitojen käytöstä kroonisten haavojen hoidossa

Khouri ja muut (2017) tutkijat tarkastelivat meta-analyysissä sähköhoidon vaikutusta kroonisten haavojen paranemiseen tehden eri sähköhoitojen muodoista vertailun ja määrittääkseen, onko hoidon vaikuttavuudella eroja riippuen kroonisen haavan etiologiasta, koosta tai kestosta. Sisäänottokriteerit täyttyivät 29 RCT tutkimuksen kohdalla, joiden kokonaispotilasmäärä (n=1510) sekä esiintyneiden haavojen määrä (n=1753) oli korkea. Haavoista 41% oli painehaavoja, 28% diabetestaustaisia ja 24% laskimoperäisiä. Sähköhoitoihin osallistui tutkimusten potilaista 58% (n=1,012), kontrolliryhmien saadessa lumehoitoa (49%, n=362) tai haavoja hoidettiin perinteisin menetelmin (51%, n=379). Haavojen koko oli ennen hoidon aloittamista 11.9 (k.a.) +- 8.5cm2 ja haavojen esiintyvyys oli 10.3 (k.a.) +- 10.15 kuukautta. Tutkijat jakoivat eri sähköterapiamuotoja tutkineet tutkimukset erillisiin ryhmiin, kasvattaen tutkittavien hoitojen määrää 36:een. Tutkimuksissa asetettiin aktiivinen hoitoelektrodi haavapinnalle sideharsotaitoksen päälle ja dispersiivinen elektrodi kauemmas haavasta (n=17) tai aktiiviset elektrodit asetettiin haavan lähettyville tai distaalisiin hermopisteisiin (n=18). Yhdessä tutkimuksessa käytettiin molempia asetteluja. Tutkimuksissa käytettiin tasavirtaa (n=4), matalajännitteistä pulsoitua virtaa (n=4), HVPC-virtaa (n=16) tai vaihtovirtaa (n=11). (Khouri, Kotzki, Roustit, Blaise, Gueyffier & Cracowski 2017.)

Tutkijaryhmä totesi HVPC-hoidon aktiivinen elektrodi haavan päällä (SMD=0.80; 95% CI: 0.38, 1.21, I2=79%; keskitason näyttö), olevan paras tutkimustietoon perustuva protokolla haavan paranemisen edistämiseen, kun tasavirran käyttö ei tuottanut merkittävää muutosta (keskihajonta 1.42, 95% CI -0.42, 3.26, I2=92%, erittäin matalan tason näyttö). Myös matalajännitteisen pulsoidun virran käytöllä (LVPC, Low Voltage Pulsed Current) saatiin aikaan merkittäviä tuloksia. (keskihajonta 0.58, 95% CI 0.03, 1.13, keskitason näyttö). Tutkijat katsoivat sähköhoidon olevan vaikuttavampaa

painehaavojen hoidossa kuin laskimoperäisten tai diabeetikkojen jalkahaavojen hoidossa, jonka lisäksi hoidon vaikuttavuus oli käänteisesti liitännäinen haavan kokoon ja kestoon. Tulosten katsottiin osoittavan HVPC-hoidon ylivertaisuuden muihin virtamuotoihin verrattuna käytettäessä aktiivista elektrodia haavan päällä. Sähköhoitojen osalta sähköhoidon vaikutus oli parempi painehaavojen hoidossa verrattuna diabeetikkojen jalkahaavoihin ja laskimoperäisiin jalkahaavoihin. (Khouri ym. 2017.)

6.1.2 Painehaavat

Sähköstimulaatio vs. tavallinen hoito kroonisten haavojen hoidossa. Systemaattinen katsaus ja meta-analyysi

Barnes ja muut (2014) tutkivat systemaattisessa katsauksessa ja meta-analyysissä sähköstimulaation vaikutusta kroonisten haavojen hoidossa. Sisäänottokriteerit täyttyivät 21 tutkimuksen osalta kattaen 866 potilasta. Satunnaisissa kontrolloiduissa tutkimuksissa verrattiin sähköhoidon vaikuttavuutta verrattuna kontrolliryhmään painehaavojen paranemisen osalta. (Barnes, Shahin, Gohil & Chetter 2014.)

Sisäänottokriteerit täyttäneissä tutkimuksissa raportoidut hoidon tulokset vaihtelivat suuresti ja meta-analyysi toteutettiin hoidon raportoitujen tulosten mukaisesti. 12 tutkimusta selvitti haavan koon muutosta prosentuaalisesti ja 7 neliösenttimetreissä (cm2). Standardivirheiden ja deviaatioiden sekä luottamusvälin laskemiseksi tutkijat raportoivat tulokset niiden alkuperäisissä ryhmissä. Kuudessa RCT tutkimuksessa (n=210) haavat pienenivät koko tutkimusaikana 25% enemmän, verrattuna joko pelkkää normaalihoitoa tai lumehoitoa saavaan ryhmään. Kolmessa RCT tutkimuksessa (n=176) haavat pienenivät viikoittain 1.64% nopeammin normaalihoitoon tai lumehoitoon verrattuna. Kuudessa RCT tutkimuksessa (n=266) haavat pienenivät sähköhoitoryhmässä koko tutkimusaikana 2.4 cm2 enemmän verrattuna normaalihoitoa tai lumehoitoa saavaan ryhmään, kun haavojen kokoa verrattiin alkutilanteeseen. Yhdessä RCT tutkimuksessa (n=16) haavat pienenivät 0.63% nopeammin päivätasolla. (Barnes ym. 2014.)

Tutkijat totesivat sähköhoidon nopeuttavan haavojen paranemista sen saattaessa olla perinteistä hoitoa tehokkaampaa. Hoitoprotokollien epämääräisyyksien katsottiin kuitenkin tekevän päätöksenteosta haasteellista. Yksittäisten hoitojen suhteellisen vaikuttavuuden selvittäminen todettiin hankalaksi liian suuren muuttujamäärän

esiintyessä sekä virtatyypin, hoidon keston ja haavan etiologian osalta. Tutkijat toivat lisäksi esille, että vaihtelut paranemisen mittausmenetelmien ja käytetyn sähköhoidon välillä vaikeuttivat meta-analyysin tekoa. (Barnes ym. 2014.)

Sähköhoitojen käyttö painehaavojen paranemisessa: taustalla olevat mekanismit ja saatavilla oleva näyttö

Kawasaki ja muut (2014) tutkijat selvittivät systemaattisessa katsauksessaan sähköhoidon vaikuttavuutta painehaavojen paranemiseen yhdeksässä tutkimuksessa, joista seitsemän oli RCT tutkimuksia ja kaksi havaintotutkimuksia. Katsauksessa todettiin suuren osan tutkimuksista käyttäneen HVPC-hoitoa virtamuodon mahdollisimman hyvän virran johtavuuden takia ja jotta riski ihovauriolle olisi mahdollisimman pieni. Haittavaikutuksia oli raportoitu erittäin vähän. Tutkijat totesivat HVPC-hoidon olevan painehaavojen hoidossa tasavirtaa todennäköisimmin parempi sen matkiessa vauriovirtausta (engl. Current of injury), jota vaaditaan kudosten paranemiseksi, jonka aikaansaa ionipumppujen aktivoituminen viereisissä kudoksissa. Lisäksi suurin osa tutkimuksista selvittävää HVPC-hoidon vaikutuksia painehaavojen hoidossa, näytön tason ollessa korkeampi tasavirtoihin verrattuna. Lisäksi HVPC-hoidon riski mahdolliselle palovammalle on pienempi ja sen kudosläpäisevyys on tasavirtaa syvemmällä. Tutkijoiden mukaan sähköhoidon positiivisen vaikutustavan mekanismit on selvitetty hyvin. Sähköhoidon käytöstä katsottiin olevan kohtuullisen tason näyttöä tukemaan sen käyttöä avustavana hoitona painehaavojen hoidossa. Lisäksi tutkijat arvioivat, että sähköhoidon käyttö lisähoitona saattaisi tuottaa merkittäviä säästöjä terveydenhuollon kustannuksiin. Sähköhoitojen käyttö lisähoitona painehaavojen hoidossa on kohtuullisen vahvaa näyttöä sekä sen käytöstä on tehty suosituksia hoitosuosituksiin. Tutkijat toteavat sähköhoidon kroonisten haavojen hoidossa olevan kuitenkin vähäistä, mahdollisesti hoitosuositusten tiedon puutteesta johtuen. Tutkijat katsovatkin, että tiedon siirtymiseen kaivataan merkittäviä systemaattisia toimenpiteitä. (Kawasaki, Mushahwar, Ho, Dukelow, Chan & Chan 2014.)

Sähköhoito painehaavojen hoidossa

Health Quality Ontarion (2017) systemaattisessa katsauksessa selvitettiin sähköhoidon lisäämistä perinteiseen haavanhoitoon henkilöillä jotka kärsivät painehaavoista. Tutkijat selvittivät hoidon vaikuttavuutta, hinta-hyöty laatusuhdetta, merkitystä kustannuksiin ja budjettiin sekä tutkittavien kokemuksia hoidon käytöstä perinteisen

hoidon lisänä. Yhdeksässä satunnaistetussa ja kahdessa ei-satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa painehaavojen täydellisessä paranemisessa sähköhoitoryhmien ja perinteisin haavanhoitomenetelmin (SWC, Standard Wound Care) hoidettujen ryhmien välillä ei ollut merkittävää eroa. Sähköhoitoryhmissä haavan pinnan alan (WSA, Wound Surface Area) todettiin kuitenkin pienentyneen merkittävästi enemmän verrattuna SWC-ryhmään. Sekä potilaiden että hoitajien raportoimat painehaavojen aiheuttamat haittavaikutukset käsittelivät painehaavojen aiheuttamaa taakkaa sekä elämänlaadun laskua. Potilaat ja hoitajat raportoivat myös sähköhoidon vähentävän painehaavojen parantumisen vaatimaa aikaa. Mukaan otetuista tutkimuksista hoitokustannuksia oli arvioitu vain yhden selkäydinvaurioisten kotihoidossa toteutettujen painehaavoja hoitavien sähköhoitojen perusteella. (Health Quality Ontario 2017.)

Systemaattinen katsaus sähköhoidon vaikutuksista painehaavojen estoon ja hoitoon selkäydinvammaisilla

Liu ja tutkimusryhmä (2014) selvittivät sähköhoitojen vaikutusta painehaavojen hoitoon ja syntymisen vähentämiseen selkäydinvaurioisilla henkilöillä. Systemaattisen katsauksen tutkimuksista (n=27) 11 käsitteli haavan paranemista sähköhoidon avulla. Tutkijat selvittivät sähköhoidoissa käytettyjä muotoja, asetuksia, sekä hoitojen vaikutuksia. Tutkimuksista viisi oli satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia. Tulosten heterogeenisyys eli monimuotoisuus esti tutkijoita tekemästä virallista meta-analyysiä. Tutkimusten todettiin osoittavan sähköhoidolla olevan merkittävä vaikutus painehaavojen paranemiseen selkäydinvaurion omaavilla henkilöillä (rajallinen näytön aste I). (Liu, Moody, Traynor, Dyson & Gall 2014.)

Määrällinen yhdistetty analyysi ja systemaattinen katsaus sähköhoidon toteutuksesta selkäydinvaurioisten painehaavoja hoidettaessa

Liu ja muut (2016) tutkijat tekivät kvantitatiivisen, yhdistetyn (pooled) analyysin ja systemaattisen katsauksen selkäydinvaurioon liittyvien painehaavojen paranemisesta selvittävistä kontrolloiduista tutkimuksista. Tutkijat selvittivät uusinta tietoa sähköhoidon vaikutuksista painehaavojen hoitoon verrattuna perinteisesti hoidettujen (SWC, Standard Wound Care) puhdistuksella, haavasiteillä, ravitsemuksella ja kuolleen kudoksen poistolla hoidettujen haavojen ja/tai lume sähköhoitoon. Kuusi mukaan otettua RCT ja kaksi CCT tutkimusta käsittäen 517 selkäydinvaurion omaavaa

tutkittavaa, joilla esiintyi vähintään yksi painehaava. Kahdessa tutkimuksessa elektrodi asetettiin haavanpinnalle, neljässä tutkimuksessa elektrodit asetettiin terveelle iholle haavan vierelle. Tutkimusten kokonaislaadun arvioitiin olevan keskitasoa. (Liu, Moody & Gall 2016.)

Kvantitatiivinen meta-analyysi osoitti pulsoivan virran edistäneen viikoittaista haavojen paranemista kuudessa tutkimuksessa nopeammin, verrattuna kahdessa tutkimuksessa tutkittuun tasavirtaan. Heterogeenisyys tutkimusten välillä oli merkittävä. Verrattaessa pulsoivalla virralla hoidettuja ryhmään, jota hoidettiin pelkin perushoidoin, viikoittaisen haavan paranemisen ero oli merkittävä. Meta-analyysi näytti haavalle suoraan asetetun elektrodin antavan parempia hoitotuloksia verrattaessa haavan ympärille asetettuihin elektrodeihin. (Liu ym. 2016.)

Tutkijat totesivat sähköhoidon aikaansaavan painehaavojen paranemista selkäydinvaurion omaavilla henkilöillä, pulsoivan virran edistäessä haavojen paranemista tasavirtaa paremmin. Elektrodien asettelu, käytetty välimateriaali sekä elektrodien koon selvittäminen antavat tutkijoiden mukaan aihetta jatkotutkimuksille. (Liu ym. 2016.)

Sähköhoitoterapia selkäydinvaurioisten painehaavojen hoidossa. Systemaattinen katsaus ja meta-analyysi

Lala ja muut (2015) tutkijat tarkastelivat systemaattisessa katsauksessa ja meta-analyysissä sähköhoidon vaikutusta selkäydinvaurion omaavien henkilöiden painehaavojen hoidossa. Systemaattinen katsaus tarkasteli hoidon vaikutusta 15:sta tutkimuksessa, joista kahdeksan otettiin mukaan meta-analyysiin. Tutkimusten metodologinen laatu tunnistettiin meta-analyysissä matalaksi, haavanmittausmenetelmien vaihdellessa tutkimusten välillä. (Lala, Spaulding, Burke & Houghton 2016.)

Kahdessa satunnaistetussa kontrolloidussa-, kahdessa prospektiivisessa kontrolloidussa- ja yhdessä retrospektiivisessä kontrolloidussa tutkimuksessa sähköhoidon nopeutti haavojen paranemista 1.32 kertaiseksi mitattaessa haavojen päivittäistä paranemista verrattuna lumehoitoryhmään (95% CI 0.58–2.05, P<0.001). Neljässä satunnaistetussa tutkimuksessa haavojen täydellinen paraneminen sähköhoidolla lumehoitoryhmään verrattuna oli 1.55 kertainen (95% CI 1.12–2.15, P=0.01). Tutkijat totesivat tulosten osoittavan sähköhoidolla olevan perushoidon lisäksi annettavana

lisähoitona merkittävä kokonaisvaikutus haavojen paranemisessa selkäydinvaurion saaneilla. (Lala ym. 2016.)

Painehaavojen hoitostrategiat: Vaikutuksia vertaileva systemaattinen katsaus

Smith ja muut (2013) tutkijat selvittivät systemaattisessa katsauksessa painehaavojen hoidossa käytettyjen lisähoitomenetelmien vaikuttavuutta verrattuna perinteiseen hoitoon tai lumehoitoon satunnaistetuissa kontrolloiduissa- ja vertailevissa havainnoivissa tutkimuksissa aikuisilla. Mukaan otetuista tutkimuksista (n=174) 92 arvioi täydellistä haavan täydellistä paranemista. Lisäksi tutkijat selvittivät hoitojen vaikuttavuutta paranemisajan, haavan koon pienemisen, kivun vähentymisen, vakavien infektioiden estämisen sekä hoitojen haittavaikutusten osalta. Vaikutuksia tutkijat etsivät tukipintojen, ravinnon, haavojen paikallishoitojen, kirurgian ja lisähoitojen vaikutusta. Lisähoidot käsittelivät sähköhoitoa, elektromagneetti-terapiaa, ultraäänihoitoa, alipaineimuhoitoa, hydroterapiaa, valoterapiaa ja laserterapiaa. Muista lisähoidoista tutkijat tarkastelivat täristyshoitoa, shockwave-paineaaltohoitoa sekä ylipainehappihoitoa, mutta näyttö oli liian vähäistä. (Smith, Totten, Hickam, Fu, Wasson, Rahman, Motu'apuaka & Saha 2013.)

Tutkijat katsoivat sähköhoidon vaikuttavuudesta olevan kohtuullisen johdonmukaista näyttöä yhdeksässä tutkimuksessa (n=397, k.a. 3-16vk), joissa selvitettiin haavan koon pienenemistä. Lyhyiden tutkimusaikojen vuoksi näyttö sähköhoidon vaikutuksesta täydelliseen haavan paranemiseen, jota tutkittiin kuudessa tutkimuksessa (n=243, k.a. 4-6 vk) oli riittämätöntä. Tutkijat löysivät matalatasoista näyttöä kolmesta tutkimuksesta (n=103), että yleisin haittavaikutus sähköhoidossa on paikallinen ihon ärsyyntyminen ja että haitat esiintyivät yleisemmin hauraillla ikääntyneillä. (Smith ym. 2013.)

Muiden kuin farmakologisten hoitojen vaikutus painehaavojen paranemiseen

Vélez-Díaz-Pallarés ja muut (2015) tutkijat tekivät systemaattisen katsauksen ja meta-analyysin muiden kuin farmakologisten hoitojen vaikuttavuudesta ikääntyneiden potilaiden painehaavojen paranemisessa. Tutkijat etsivät satunnaistettuja ja ei satunnaistettuja tutkimuksia systemaattisista katsauksista ja meta-analyyseistä (n=110), joissa hoidettiin yli 64-vuotiaiden painehaavoja muilla kuin farmakologisilla hoidoilla. Tutkijat löysivät systemaattisista katsauksista 586 tutkimusta, jotka käsitte-

livät painehaavojen hoitoa vuosina 1989-2014. Sähköhoitoa käsitelleistä kuudesta satunnaistetusta tutkimuksesta neljässä selvitettiin haavan täydellistä paranemista hoidon lopputuloksena. Neljässä tutkimuksessa sähköhoitoryhmissä todettu parantuneiden haavojen määrä oli merkittävästi lumehoitoryhmää suurempi. Tutkijat totesivat ei farmakologisten hoitojen käytöstä olevan matalan tason näyttöä, erona kuitenkin sähköhoidot. Tutkijat katsoivat sähköhoidon olleen ainoa tutkimuksissa esiintynyt paranemiseen positiivisesti vaikuttava hoitomuoto, otosmäärien ollessa kuitenkin pieniä, jonka lisäksi kolme neljästä tutkimuksesta oli tehty yli 20 vuotta sitten. Tutkijat suosittelivat painehaavojen hoitoon geriatrisessa populaatiossa sähköhoitoa, josta löytyy matalan tason näyttöä. (Vélez-Díaz-Pallarés, Lozano-Montoya, Abraha, Cherubini, Soiza, O'Mahony, Montero-Errasquín & Cruz-Jentoft 2015.)

Systemaattinen katsaus avustavien hoitojen käytöstä painehaavojen hoidossa

Reddy ja muut tutkijat (2008) tutkivat painehaavojen hoidossa käytettyjen avustavien hoitojen vaikutusta haavojen paranemiseen. Systemaattinen katsaus käsitti yhteensä 103 satunnaistettua tutkimusta haavoja ylläpitävien tekijöiden poistamisen, paikallishoitojen ja lisähoitojen kategorioissa, johon kuuluivat myös sähköhoidot. 21 satunnaistettua tutkimusta käsitteli lisähoitoja, joista kuusi käsitteli sähköhoitoja. Tutkijat eivät löytäneet lisähoitojen käytöstä olevan selkeää tunnistettavaa hyötyä edistämään paranemista. (Reddy, Gill, Kalkar, Wu, Anderson & Rochon 2008.)

Systemaattinen katsaus selkäydinvaurion jälkeisten painehaavojen hoidoista

Regan ja muut tukijat (2009) selvittivät painehaavojen syntymisen estoa ja hoitoa käsittelevissä tutkimuksissa käytettyjä menetelmiä selkäydinvaurioisilla. Systemaattinen katsaus sisälsi 26 tutkimusta, joista kolme satunnaistettua kontrolloitua tutkimusta selvitti sähköhoidon vaikutuksia painehaavojen hoidossa. Tutkimusryhmä totesi sähköhoidon muodon ja keston välillä olleista eroista huolimatta niiden käytön osoittaneen haavojen nopeutuneen paranemisen. Tutkijat totesivat kahden satunnaistetun kontrolloidun tutkimuksen osoittavan sähköhoidon käytölle olevan näyttöä gradus III ja IV tason painehaavojen hoidossa (näytön aste I) selkäydinvaurio populaatiossa. (Regan, Teasell, Wolfe, Keast, Mortenson, Aubut & Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence Research Team 2009)

6.1.3 Diabeettiset jalkahaavat

Fysikaalinen sähköterapia diabetes jalkahaavojen hoidossa

Kwan (2013) ja muut tutkijat selvittivät fysikaalisten sähköä käyttävien hoitojen vaikutuksia diabeetikon jalkahaavojen hoidossa tehdyissä tutkimuksissa. Systemaattinen katsaus käsitteli tutkimuksia sähköhoidon, matalatasoisen laser terapian, ultraäänen sekä elektromagneettisen terapian vaikutuksista paranemiseen. Kahdeksasta tutkimuksesta viisi käsitteli sähköhoitoa. Sähköhoito- ja lumehoitoryhmien haavojen täydellistä paranemista vertailevassa yhdistetyssä (engl. pooled) analyysissä kolmessa tutkimuksessa haavojen täydellinen paraneminen oli 2.8 kertainen sähköhoitoryhmän hyväksi. Tutkijat totesivat tuloksen osoittavan sähköhoidon käytöstä olevan oleellista hyötyä. Sähköhoitojen raportointitavan heterogeenisyyden katsottiin rajoittaneen analyysiä myös tutkimusten laadun ollessa heikkoa. (Kwan, Cheing, Vong & Lo 2013)

Hoitointerventioiden vaikutus kroonisten diabeetikkojen jalkahaavojen hoidossa

Hinchliffe (2008) ja muut tutkijat selvittivät eri hoitojen vaikutusta kroonisten diabeetikkojen jalkahaavojen paranemiseen ennen vuotta 2007 tehdyissä tutkimuksissa. Hoitojen vaikutusta arvioitiin paranemisen, haavan koon ja amputaatioiden osalta. Kriteerit täyttyivät 60:n satunnaistetun tutkimuksen kohdalla, joista kaksi tarkasteli jaloille annettua sähköhoitoa. Tutkijat totesivat tarpeen lisätutkimuksille, joita ilman hoitomuodon käyttöä ei voida perustella. (Hinchliffe, Valk, Apelqvist, Armstrong, Bakker, Game, Hartemann-Heurtier, Löndahl, Price, van Houtum & Jeffcoate 2008)

6.2 Satunnaistetut kontrolloidut tutkimukset

Kappaleessa käydään läpi 15 satunnaistettua kontrolloitua tutkimusta. Tutkimusten tarkastelussa pyritään saamaan mahdollisimman yksityiskohtaista tietoa eri haavatyyppien hoidosta sekä hoitojen vaikutuksista. Tarkoituksena on löytää tutkimuksista yksityiskohtainen kuva siitä, minkälaisilla asetuksilla ja toteutustavalla erilaisten kroonisten haavojen pienentymiseen voidaan vaikuttaa. Etiologialtaan erilaisia kroonisen haavan tyyppejä yhdistelevät tutkimukset on käsitelty viimeisenä, sillä niiden ei voida olettaa antavan yhtä tarkkaa tietoa hoidon vaikutuksista tietyn haavatyypin paranemiseen. Eniten tutkittujen painehaavojen- (Taulukko 4) ja laskimoperäisten haavojen

(Taulukko 5) tiedon on koottu taulukkoon, sillä tutkimuksissa oli käytetty samaa sähköhoitoa ja tulosten raportointia, joka mahdollisti tutkimusten vertailun taulukon avulla. Taulukot selventävät ja kokoavat tutkimusten oleelliset tiedot ja helpottavat tutkimustietojen tarkastelemista. Kolmanneksi eniten tutkitut FREMS hoidot on toteutettu valmiilla asetuksilla, joten niitä käsitellään vain kirjallisesti ilman havainnollistavaa taulukkoa.

6.2.1 Painehaavat

Pulsoidut virrat

Korkeajännite sähköhoidon käyttö painehaavojen hoidossa

Franek ja muut tutkijat (2012) selvittivät prospektiivisessa satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa HVPC-hoidon vaikuttavuutta ei paraneviin alaraajojen gradus II ja III painehaavoihin. Standardihoidon ja paikallishoitojen sekä kosteiden sidosten käytön lisäksi sähköhoitoryhmää hoidettiin HVPC-hoidolla (100V, 100us, 100Hz). Hoidot jatkuivat ja seurantaa tehtiin maksimissaan kuusi viikkoa tai haavan paranemiseen asti. Neljän vuoden aikana 26 potilasta osallistui HVPC-ryhmään ja 24 kontrolliryhmään. Haavat olivat esiintyneet keskimäärin 3.17 kuukautta sähköhoito- ja 2.83 kuukautta kontrolliryhmissä. Suurin osa haavoista tasoa II (17 HVPC- ja 16 kontrolliryhmissä). Haavojen keskivertokoko oli 4.54 HVPC- ja 3.97 neliösenttimetriä kontrolliryhmissä. Osallistujat eivät sairastaneet diabetesta, maksan vajaatoimintaa, keskushermoston tai ääreishermoston sairauksia, eikä tutkittavilla esiintynyt kasvaimia. (Franek, Kostur, Polak, Taradaj, Szlachta, Blaszczak, Dolibog, Dolibog, Koczy, & Kucio 2012.)

Kuuden viikon hoidon jälkeen molemmissa ryhmissä huomattiin tilastollisesti merkittävä haavan koon pieneneminen (P=0.00003). Granulaation määrän kasvua esiintyi molemmissa ryhmissä, mutta muutos oli tilastollisesti merkittävä vain sähköhoitoryhmässä (p=0.006). Granulaation määrän muutokset olivat tilastollisesti merkittävästi suurempia sähköhoitoryhmässä kahden viikon jälkeen hoidon aloituksesta. Haavojen pinta-alueen koon muutos oli intervention lopulla sähköhoitoryhmässä 88.9% ja kontrollissa 44.4% (p=0.00003). Tutkijat arvioivat, että tutkimusta tarvitaan edelleen arvioimaan katodin tai anodin käyttöä yhdessä tai erikseen. (Franek ym. 2012.)

Pulsoidulla korkeajännite virralla hoidettujen painehaavojen paranemisen arviointi käytettäessä katodista negatiivista virtaa

Polak ja muut (2016) tutkijat tutkivat painehaavojen hoitoa käyttäen negatiivista monofaasista pulsoitua korkeajännitevirtaa (HVPC). Tutkittavat gradus II ja III tason painehaavat esiintyivät yli 60-vuotiailla kahden hoitokodin asiakkailla. Tutkittavat jaettiin HVPC-hoito (n=25) ja kontrolliryhmiin (n=24) ja interventioksi valittiin kuusi viikkoa, joka oli yleisin hoitokotikäyntien kesto. Haavat olivat kestoltaan 1-12 kuukautta. Tutkittavien liikuntakyky oli joko täysin tai erittäin rajoittunut (79.59%) ja yksilöillä esiintyi ateroskleroosia (69.39%), 2 tyypin diabetesta (38.77%) tai aivohalvaus taustaa (38.77%). Gradus II (44.9%)- ja gradus III (55.1%) painehaavoista 25 oli sakraalialueelle (51.02%), 17 istuinkyhmyssä (34.69%) ja seitsemän trochanterissa (14.28%). 11:sta potilaalla oli useita painehaavoja (22.45%) ja uusiutuneita painehaavoja oli 23:lla tutkittavalla (46.94%). Suurin osa painehaavoista olivat kestoltaan 1-3 kuukautta. (Polak, Kloth, Blaszczak, Taradaj, Nawrat-Szoltysik, Walczak, Bialek, Paczula, Franek & Kucio 2016.)

Tutkijat käyttivät koko hoidon ajan negatiivista virtaa hoitoa edeltäneiden tutkimusten näytettyä katodin edistävän fibroblastien ja epiteelisolujen liikkuvuutta sekä stimuloivan granulaation kasvua ja epiteelikudoksen uudelleenmuodostumista. Kontrolliryhmän hoito toteutettiin samoin kuin HVPC-hoitoryhmän hoito, hoitolaitteen johtojen ollessa kuitenkin kiinnitettynä laitteen ei aktiivisiin ulostuloihin. (Polak ym. 2016.)

Ensimmäisen hoitoviikon jälkeen haavojen koon pieneneminen oli tilastollisesti merkittävä verratessa HVPC-hoitoryhmää (35% +- 30.5%, p=.032) kontrolliryhmään (17.07% +- 34.13%). Sähköhoitoryhmän tilastollisesti merkittävä muutos jatkui seuraavan neljän viikon ajan. Neljän viikon hoidon jälkeen erot olivat sähköhoitoryhmässä 71.64 +- 33.74% ja kontrollissa 44.21% +- 48.58% verrattaessa haavoja alkutilanteeseen, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkittävä. Seuraavan kahden viikon ajan haavat paranivat molemmissa ryhmissä, mutta eri tahdissa. Kuuden viikon jälkeen ero hoitoryhmien välillä oli merkittävä, HVPC-hoitoryhmässä 80.31% +- 29.02% ja kontrolliryhmässä 54.65% +- 42.65% (p=.046). (Polak ym. 2016.)

Granulaation kasvu oli merkittävästi suurempaa HVPC-ryhmässä (0.95 +- 0.5) verrattuna kontrolliin (0.57 +- 0.52) (p=0.15). Sähköhoitoryhmässä haavan koko pieneni

eniten viikkoina 1, 2 ja 3 (sähköhoitoryhmä 35%, 32.78% ja 45%; kontrolliryhmässä 17.07%, 12.78% ja 20.32%). HVPC-ryhmässä sulkeutuneita gradus II- ja III painehaavoja oli enemmän (9/11, 45% ja 3/14, 17.65%) kontrolliryhmään verrattuna (6/11, 35.29% ja 1/13, 6.25%). Kontrolliryhmässä kaksi gradus III painehaavaa oli kasvanut koossa verrattuna alkutilanteeseen. Tutkijat totesivat, että HVPC-hoitoa voidaan käyttää vaikuttavasti painehaavojen hoitoon. Tutkijat pitivät neljännen ja kuudennen viikon mittauksia erittäin tärkeänä, sillä muut tutkimukset ovat todenneet niiden tulosten ennustavan täydellisen haavan paranemisen mahdollisuuksia 12-20 viikon kohdalla. (Polak ym. 2016.)

Pulsoitu galvaaninen korkeajännite: hoitoajan pituuden vaikutus paranemiseen

Ahmad (2008) pyrki selvittämään, kuinka pitkäkestoisia HVPC hoitojen tulisi olla parhaiden tulosten saamiseksi painehaavojen hoidossa. Tutkimuksen tutkittavien painehaavat olivat gradus II tasoa, haavojen koot vaihtelivat 4-10 cm välillä. Tutkimukseen osallistui 60 vapaaehtoista. Osallistujat jaettiin neljään ryhmään. Kontrolliryhmälle annettiin lumehoitoa ja sähköstimulaatiohoitoryhmät jaettiin hoitoajan pituuden mukaisesti 45-, 60- ja 120 minuutin pituisten hoitojaksojen ryhmiin. Ryhmien tutkittavien haavojen iät vaihtelivat 4.40-4.48 +/- 0.9 kuukauden välillä. Ryhmät jaettiin satunnaisesti. (Ahmad 2008.)

Tutkimuksessa huomattiin 60- ja 120 minuutin hoitoa saaneiden haavaumissa huomattavia muutoksia verrattuna 45 minuutin hoitoa saavaan ryhmään ja lumehoito ryhmään viiden viikon tutkimuksen aikana. Kontrolliryhmää hoidettiin vastaavasti sähköhoitolaitteella, sen ollessa kuitenkin asetettuna tasolle 0 V. Tutkijat antoivat hoitoja seitsemänä päivänä viikossa, 45-, 60- ja 120 minuuttia päivässä. Lumehoitoryhmää hoidettiin 45 minuuttia päivässä, jonka lisäksi ryhmän tutkittavia hoidettiin kostein sidoksin sekä whirlpool-terapialla. (Ahmad 2008.)

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään hoitoajan pituuden merkitystä painehaavojen parantumisnopeuteen. 60- ja 120 minuutin ryhmissä haavakoot pienenivät merkittävästi verrattuna 45-minuutin ryhmään, sekä lumehoitoryhmään. Kolmen viikon hoidon jälkeen 60 minuutin hoitoryhmässä haavat olivat parantuneet paremmin 120 minuutin hoitoryhmään verrattuna. Ero 60- ja 120 minuutin ryhmissä ei ollut merkittävä viiden viikon hoidon jälkeen. Tutkijat totesivat seitsemän tunnin viikoittaisen hoito-

ajan vaikuttavan hyödylliseltä kroonisen haavan hoidossa ja että tutkimustulokset tukevat muiden vastaavien tutkimusten löydöksiä. Tutkijat totesivat HVPC-hoidon tehostavan kroonisten haavojen paranemisnopeutta. (Ahmad 2008.)

Katodi ja katodi-anodi korkeajännite hoidon vaikuttavuus painehaavojen hoidossa

Polak ja muut tutkijat (2017) halusivat selvittää, mitä eroja pelkällä katodilla annetun- ja katodi-anodia vaihdellen annetulla HVPC-hoidoilla oli keskenään. Prospektiiviseen satunnaistettuun kliiniseen tutkimukseen osallistuneet (n=63) jaettiin katodi HVPC-, katodi-anodi HVPC- ja lumehoitoryhmiin. Tutkimus perustui aiemmissa tutkimuksissa tehtyihin hypoteeseihin, joiden mukaan kokeiltavat hoidonantotavat edistäisivät haavan paranemista entisestään. Ensimmäisen hypoteesin mukaan HVPC edistäisi haavan paranemista ensin katodilla (negatiivinen) ja sen jälkeen anodilla (positiivinen). Toisen hypoteesin mukaan katodi ja anodi vaikuttavat haavan paranemiseen samalla tavalla huolimatta siitä kumpaa hoitoa annetaan. (Polak, Kloth, Blaszczak, Taradaj, Nawrat-Szoltysik, Ickowicz, Hordynska, Franek & Kucio 2017.)

HVPC-hoitojen ryhmien eroavaisuus oli vain katodi-anodi ryhmän saamassa hoidossa, jossa ensimmäisenä viikkona tutkijat käyttivät katodihoitoa, jonka jälkeen hoitoa annettiin viisi viikkoa anodihoitona. Katodiryhmässä haavat pienenivät kuuden viikon hoidon jälkeen 82.34% (95% CI 70.06-94.63). Katodi-anodi ryhmässä haavat pienenivät vastaavassa ajassa 70.77% (95% CI 53.51-88.04). Molempien ryhmien ero verrattuna lumehoitoryhmän haavojen paranemiseen (40.53%; 95% luottamusväli 23.60-57.46) oli tilastollisesti merkittävä. Tutkijat totesivat, ettei katodi ja katodi-anodi ryhmien haavojen paranemisen välillä ole tilastollisesti merkittävää eroa, molempien parantaessa painehaavoja saman tyyppisesti. Lisäksi tutkijat totesivat kuuden viikon hoitoajan olevan liian lyhyt täydellisen haavan sulkeutumisen aikaansaamiseksi. HVPC-hoitoa (154 µs; 100 pps; 100 V) annettiin 50 minuuttia päivässä viisi kertaa viikossa. (Polak ym. 2017.)

Sähköhoito edistää painehaavojen paranemisnopeutta kodeissaan asuvien selkäydinvaurioisten keskuudessa

Houghton ja muut (2010) tutkijat selvittivät painehaavojen paranemista HVPC-hoidolla selkäydinvaurion saaneilla henkilöillä kotihoidon yhteydessä. Tutkimuksessa käytettiin ohjelmoitavaa kannettavaa HVPC laitetta (Micro Z) antamaan 50-150V alle sensorisella tasolla olevaa hoitoa, joka mitattiin terveeltä ihoalueelta. Tutkimus erosi

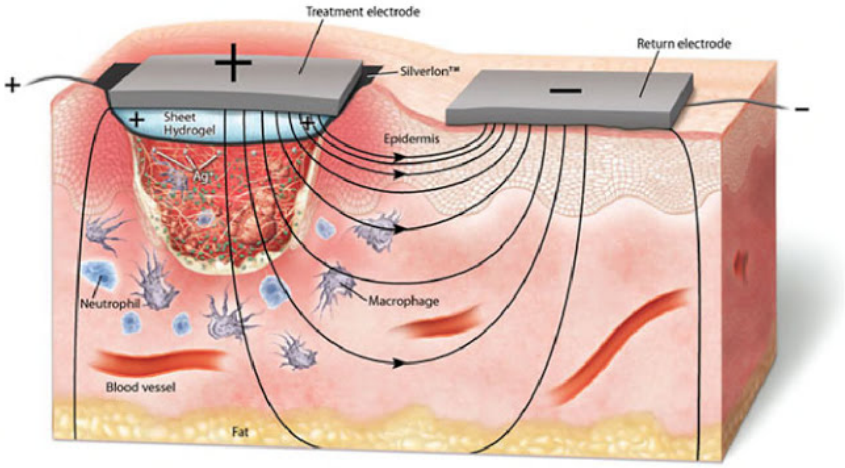
aiemmista tutkimuksista, sillä sähköhoito oli tarkoitus toteuttaa öisin joko omatoimisesti tai avustajan avulla. Hoidon pituus oli 8 tuntia öisin, laitteen kokonaissyklin antaessa ensin pulssihoitoa (100Hz) 20 minuuttia, jota seurasi 20 minuuttia matalataajuista hoitoa (10Hz), jonka jälkeen laite oli pois päältä 20 minuuttia. Hoitolaite mahdollisti hoitoon sitoutumisen mittaukset ja todellisten hoitoaikojen mittauksen, jotka olivat todellisuudessa toivottua lyhyempiä (k.a. 3.0 +- 1.5h). Tutkimuksen haavamittaukset teki kotihoidon työntekijä. Tutkittavista gradus II-IV tason haavoista suuri määrä oli iältään 1-3 vuotta ja tasoltaan gradus III- tai korkeamman tason painehaavoja. Tutkijat asettivat tutkimustavoitteeksi haavojen vakavuuden johdosta haavojen koon pienenemisen täydellisen paranemisen sijaan. (Houghton, Campbell, Fraser, Harris, Keast, Potter, Hayes & Woodbury 2010.)

Elektrodit asetettiin suurimmalle osalle tutkittavista monopolaarisesti suoraan haavalle. Kahdella tutkittavalla haavan sijainnin tai turvallisuuden vuoksi käytettiin bipolaarista elektrodiasettelua, jolloin samankokoiset elektrodit sijoitettiin haavan molemmille puolille lähelle haavaa. Kolmella tutkittavalla käytettiin hoidonantoon haavan sijainnin vuoksi sähköä johtavaa sukkaa. (Houghton ym. 2010.)

Tutkijat totesivat tutkimuksen osoittaneen, että kroonisten ja uusiutuvien painehaavojen paranemista voidaan kasvattaa sähköhoidon avulla selkäydinvaurion saaneilla henkilöillä. Tutkimukseen osallistuneiden (n=34) selkäydinvaurion saaneiden henkilöiden kolmen kuukauden seurannan jälkeen HVPC hoitoryhmän haavojen koot olivat pienentyneet merkittävästi (70% +- 25%) verrattuna pelkällä perinteisellä haavanhoidoilla (SWC, Standard Wound Care) hoidettuun kontrolliryhmään (36% +- 61%). Tason III, IV tai X painehaavoissa paraneminen oli peräti 50%. Parantuneiden kohdalla hoitoon sitoutuminen saattoi vaikuttaa haavojen paranemiseen. Haavoissa, jotka eivät parantuneet, hoitoa oli annettu keskimäärin 2.24h päivässä. Parantuneita haavoja oli hoidettu keskimäärin 3.54h päivässä. Tulosten katsotaan näyttäneen, että sähköstimulaatio edesauttaa selkäydinvaurioituneiden painehaavaumien paranemista. Tutkijat totesivat, että sähköhoito voidaan sisällyttää selkärankavammautuneiden valinnaiseen haavanhoito-ohjelmaan. (Houghton ym. 2010.)

Hoidossa käytetty elektrodiasettelu ja haavanhoitotuotteet Lähes kaikissa hoidoissa käytettiin hoitoelektrodin asettelua suoraan haavalle (Kuvio 9). Elektrodina käytettiin

eniten hiilikuidulla impregnoitua kumielektrodia, joka asetettiin suolavedellä kostutetun haavasidoksen päälle. Painehaavojen HVPC hoitojen tutkimusotokset, hoitojen parametrit ja hoitojen tulokset esitetään erillisessä taulukossa (Taulukko 4).



Kuvio 9. HVPC kaksoispiikkinen pulssi

(McCulloch & Kloth. 2010, 500. © 2010. F.A.Davis Company. Käytetty luvalla)

Taulukko 4. Painehaava sähköhoidot

	Polak (2017)	Polak (2016)	Franek (2012)	Houghton (2010)	Ahmad (2008)
TUTKIMUSTIEDOT					
Potilasmäärä	63	49	50	34	60
Sähköhoitoryhmä	23 / 20	25	26	16	3 x 15
Kontrolliryhmä	20	24	24	18	15
Tutkimustyyppi	RCT	RCT	RCT	RCT	RCT
Potilaiden keski-ikä	76.75	78,10	59,00	50,55	38,90
Haavojen luokitus	II-IV	II & III	II & III	II-IV, X	II
Kontrolliryhmän hoito	lumehoito	lumehoito	swc	lumehoito	lumehoito
	Painehaava	**Painehaava**	**Painehaava**	**Painehaava**	**Painehaava**
SÄHKÖSTIMULAATIO					
Sähköstimulaation muoto	**HVPC**	**HVPC**	**HVPC**	**HVPC**	**HVPC**
Impulssipituus	154 µs	154 µs	100 µs	50 µs	50 µs
Taajuus	100 Hz	100 Hz	100 Hz	10-100 Hz	120 Hz
Amplitudi	100 V	100 V	100 V	50-100V	100-175V
Elektrodit					
Hoitoelektrodi	haavalle	haavalle	haavalle	haavalle	haavalle/viereen
Polaarisuus	Pelkkä neg tai	Neg	Neg 1-2 vk	Vaihdellen	Neg 3pv
	neg ja pos		> positiivinen	7pv neg/pos	> positiivinen
Elektrodityyppi	5x10cm	5x10cm	Carbon	4.8x10.2cm	haavaa isompi
	hiilikuitu	hiilikuitu	hiilikuitu	tarraelektrodi	alumiini
Elektrodin väliaine	saliinitaitos	saliinitaitos	saliinitaitos	hopeataitos	saliinitaitos
Hoitoryhmät (haavojen pieneneminen %, PAR)					
Hoitoryhmä (Sähköstimulaatio + SWC)	32.34%/20 70.77%	25 80.31%	26 88.9 %	16 70.0 %	45 62.35%
Kontrolliryhmä (SWC +/- lumehoito)	20 40.53%	24 54.65%	24 44.40 %	18 36.0 %	15 20.76%
(SWC= Standard Wound Care, PAR= Percentage Area Reduction)					
HOIDON KESTO					
Hoitoaika	50 min	50 min	50 min	8 h	45,60,120min
Hotomäärä viikoittain	5pv / vk	5pv / vk	5pv / vk	7pv / vk	7pv / vk
Hoitojen kokonaiskesto	6 vk	6 vk	6 vk	12 vk	5 vk

6.2.2 Laskimoperäiset alaraajahaavat

Pulsoitu korkeajännite virta

Laskimoperäisten alaraajojen fysikaalisista hoitomenetelmistä saadut tulokset lyhyellä aikavälillä ja seurannassa

Taradaj ja muut tutkijat (2010) tutkivat fysikaalisten hoitojen vaikutusta kirurgisesti- ja konservatiivisesti hoidettujen laskimoperäisten jalkahaavojen paranemiseen (n=305). Potilaat satunnaistettiin kirurgisesti (n=175) ja konservatiivisesti (n=130) hoidettujen ryhmiin. Sekä kirurgisesti että konservatiivisesti hoidettujen ryhmät jaettiin edelleen alaryhmiin, joissa haavojen paranemista tutkittiin HVPC- (kirurgisesti hoidetut, konservatiivisesti hoidetut; n=40, n=32), ultraääni-, matalatasoinen laserterapia- ja kompressiosukkaryhmissä. Kaikissa ryhmissä potilaita hoidettiin lisäksi lääkehoidon avulla. Lisäksi pelkän lääkehoidon vaikutuksia ilman erillistä fysikaalista hoitoa tutkittiin erillisessä ryhmässä (n=37, n=27). Tutkimuksessa selvitettiin prosentuaalisesti parantuneiden haavojen lukumäärää seitsemän viikon jälkeen. Polven ja nilkan välille syntynyt ihon rikkoutuminen katsottiin uusiutuneeksi haavaksi. (Taradaj, Franek, Cierpka, Brzezinska-Wcislo, Blaszczak, Polak, Chmielewska, Krol, Dolibog & Kucio 2010.)

Pinnallisten yksittäisten refluksien hoidossa kirurgisesti hoidettujen haavojen ryhmässä kompressiosukilla hoidettavien haavojen määrä oli suurin (66.7%). Pinnallisten ja syvien refluksien kirurgisesti hoidettujen ryhmässä sekä HVPC (36.4%), ultraääni (36%) ja kompressio (39%) hoidot antoivat hyviä tuloksia. Pintalaskimokirurgia yhdistettynä kompressiohoitoon todettiin olevan vaikuttavin hoitokeino haavan täydelliseen paranemisen saavuttamiseksi. HVPC todettiin hyödylliseksi kirurgian jälkeisessä hoidossa pinnallisten ja syvien refluksien osalta sekä konservatiivisen hoidon yhteydessä kaikissa laskimoperäisissä alaraajahaavoissa. Kompressiohoitoa suositeltiin jatkettavaksi hoidon jälkeen sen vähentäessä uusiutuvien haavojen määrää HVPC ja ultraäänihoitoja paremmin kahden vuoden seurannassa. Haavat uusiutuivat kahden vuoden päästä hoidon lopettamisesta tehdyssä seurannassa vähiten kompressiosukkaryhmässä (18.7%) ja toiseksi vähiten ryhmässä, jossa haavoja hoidettiin kirurgian jälkeen HVPC hoidolla (25.9%). (Taradaj ym. 2010.)

Korkeajännite virran tehokkuus sähköhoidolla hoidettavien laskimoperäisten haavojen hoidossa kirurgisesti ja konservatiivisesti hoidetuilla potilailla

Franek ja muut tutkijat (2006) selvittivät HVPC hoidon vaikuttavuutta laskimokirurgialla hoidettuihin ja konservatiivisesti hoidettuihin laskimoperäisiin haavoihin prospektiivisessa satunnaistetussa kliinisessä tutkimuksessa (n=110). Kirurgiseen hoitoon suostuneiden ryhmässä (n=55) sekä konservatiivisesti hoidettavien ryhmässä (n=55) verrattiin HVPC (n=28/n=28) hoidon vaikutusta kontrolliryhmään (n=27). HVPC hoidon vaikutus haavan pinta-alan muutokseen oli suurin konservatiivisesti hoidettujen haavojen hoidossa, haavojen koon pienentyessä enemmän HVPC ryhmässä (61.54%) kuin kontrolliryhmässä (44.11%) seitsemän viikon hoitojakson aikana. (Franek, Taradaj, Polak, Cierpka & Blaszczak 2006.)

Kirurgisesti hoidettujen haavojen ryhmissä HVPC hoidettujen ja paikallishoidolla hoidettujen haavojen koossa ei ollut eroa haavan koon muutoksessa. HVPC hoidossa käytetyn negatiivisen (katodi) virran huomattiin puhdistavan haavat nopeasti mädästä. Negatiivinen virta sai aikaan kohonneen granulaation tuotannon molemmissa HVPC ryhmissä. Tutkimusryhmä totesi HVPC hoidon kiihdyttävän hoitoprosessia haavan puhdistumisen, granulaation ja edelleen epidermisaation kautta, joka johtaa edelleen haava-alueen pienenemiseen. Tutkijat eivät kuitenkaan saaneet odottamiaan tuloksia HVPC:n ollessa vaikuttava vain konservatiivisesti hoidetuissa haavoissa, jolloin hyvin toteutettu kirurginen hoito voi olla paras hoitokeino eikä sähköhoidolle ole tarvetta. (Franek ym. 2006.)

Laskimoperäisten haavojen paranemisen nopeuttaminen korkeajännite virralla

Franek ja muut tutkijat (2000) selvittivät HVPC hoidon vaikuttavuutta kroonisten jalkahaavojen hoitoon. HVPC hoitoryhmän (n=33) tuloksia vertailtiin paikallishoidoilla (n=32) ja Unna boot (erikoissidoslaastari) hoidoilla (n=14) hoidettaviin ryhmiin. HVPC ryhmässä todettiin haava-alueen nopeampi täyttyminen granulaatiokudoksella ja nopeampi epidermisaatio. Haavojen kunto parani yhdenmukaisesti haavan haava-alueen tilavuuden kanssa aikaansaaden yhdenmukaisen hyödyllisen hoitoprosessin. HVPC hoito todettiin vaikuttavaksi hoitokeinoksi haavojen parantamiseksi potilailla, joita ei hoideta kirurgisin keinoin. Sähköhoitoryhmän haavoissa huomattiin negatiivisen polaarisuuden käytön aikana haavan nopea puhdistuminen mädästä granulaatiokudoksen määrän kasvaessa tehokkaammin. Positiivisen (anodi) polarisuuden

käyttö edisti suuresti kudosvamman vähenemistä ja haavan koon pienenemistä. Hoitomuoto todettiin kivuttomaksi, siedettäväksi ja voivan sopia henkilöille, joilla ei ole mahdollisuutta päästä leikkaushoitoon. (Franek, Polak & Kucharzewski 2000.)

6.2.3 Krooniset alaraajahaavat ja diabeettiset jalkahaavat

Monofaasinen pulsoitu korkeajännite virta

Sähköhoidon vaikutus kroonisten alaraajahaavojen kokoon ja ulkonäköön

Houghton ym. (2003) selvittivät prospektiivisessa satunnaistetussa kaksoissokkoutetussa tutkimuksessa HVPC hoidon hyötyjä kroonisten jalkahaavojen hoidossa. Haavoja hoidettiin perinteisin menetelmin, jonka lisäksi tutkimusryhmän haavoja hoidettiin HVPC hoidolla. Tutkimuksen alussa molempia ryhmiä hoidettiin normaalisti 1-2 viikon ajan, jonka jälkeen tutkimusryhmää hoidettiin myös HVPC hoidoin neljän viikon ajan. Haavat (n=42) olivat kestoltaan vähintään kolme kuukautta. Tutkittavat (n=27) jaettiin haavojen etiologian mukaan diabetes mellituksen, valtimoiden- tai laskimoiden vajaatoiminnan ryhmiin, jotka jaettiin edelleen HVPC ja lumehoidoilla hoidettaviin alaryhmiin. Osalla tutkittavista oli useita bilateraalisia haavoja, jolloin hoitoa annettiin molempiin alaraajoihin kahdella sähköhoitolaitteella, joista toinen antoi lumehoitoa laitteen ollessa kytketty estämään virran johtuminen. (Houghton, Kincaid, Lovell, Campbell, Keast, Woodbury & Harris 2003.)

Haava-alueiden koossa ei huomattu alun kahden viikon paikallishoitojakson aikana eroja ja hoitoryhmien haavat olivat tutkimuksen alussa identtiset. Intervention alkaessa HVPC tutkimusryhmässä (n=16) huomattiin että haava-alueen koot pienenivät, jota ei tapahtunut kontrolliryhmässä. HVPC hoidetuissa haavoissa todettiin nekrottisen kudoksen vähenemistä ja terveen granulaatiokudoksen kasvua. (Houghton ym. 2003.)

Bilateraalisia laskimoperäisiä alaraajahaavoja oli seitsemällä tutkittavalla. HVPC hoidolla hoidetulla puolella olleen haava-alueen koon muutokset (57% +- 15%) olivat merkittäviä verrattuna deaktivoidulla laitteella hoidettuihin kontrolateraalisiin lumehoidolla hoidettaviin haavoihin (20% +- 18.6%) neljän viikon hoidon jälkeen (P<.05). HVPC hoito pienensi jalkahaavojen pinta-alaa (WSA, Wound Surface Area) neljässä viikossa noin puoleen alkuperäisestä haavan koosta (keskiverto pieneneminen 44.3%

+- 8.8%, tulokset -2.8% - 100% välillä), pienentäen haavoja yli kaksi kertaa enemmän verrattuna deaktivoiduilla laitteilla annettuihin kontrolliryhmän lumehoitoihin (16.0% +- 8.9%, -30.3% - 83.7% välillä). Tutkijat totesivat neljän viikon tutkimusajan olevan liian lyhyt täydellisen haavan sulkeutumisen saavuttamiseksi henkilöillä, joiden haavan paranemiseen tiedettiin vaikuttavan 3-5 vuotta esiintyneet sivuavat sairaudet. Tutkijat katsoivat, että pidempiaikaisille hoitointerventioille on aihetta haavan täydelliseen paranemiseen asti, sillä kuukauden seurannan kohdalla aikaansaadut vaikutukset eivät olleet enää ilmeisiä. (Houghton ym. 2003.)

Sähköhoidon käyttöä apuna diabeettisten jalkahaavojen hoidossa

Peters ja muut (2001) tutkijat tutkivat HVPC hoidon vaikuttavuutta diabeetikkojen jalkahaavojen hoitoon (n=40). Tutkittavat jaettiin tasan sähköhoito- ja lumehoitoryhmiin ja hoitointerventio toteutettiin tutkittavien kodeissa. Molempia ryhmiä hoidettiin perinteisin haavanhoitomenetelmin. Tutkimus oli ensimmäinen tyyppiään, jossa 12 viikon hoitojakson aikana selvitettiin kannettavan Micro Z laitteella annetun sähköä johtavan sukan kautta johdetun virran vaikutusta diabeetikkojen jalkahaavojen paranemiseen. Tutkijat pyrkivät selvittämään parantuneiden haavojen määrää, haavojen paranemisnopeutta, hoitoon sitoutumista ja täydelliseen paranemiseen vaatimaa aikaa. Hoidon antoon käytettävä Micro Z laite mahdollisti laitteen käytönseurannan, hoitosuunnitelman käsittäessä 8 tuntia päivittäistä hoitoa, öisin annettuna. Laite asetettiin tuottamaan 50 voltin (pulssipituus 100 us) kaksihuippuinen monofaasinen (tasavirtainen) pulssi, tuottaen 80 pulssia sekunnissa (pps) 10 minuutin ajan. Seuraavassa vaiheessa laite tuotti 8 pulssia sekunnissa 10 minuutin ajan. Sähköhoitoa seurasi 40 minuutin tauko, jonka jälkeen kierto alkoi alusta. Lumehoitoryhmän laitteet toimivat samoin kuin sähköhoitoryhmän, laitteiden ollessa kuitenkin estetty antamaan hoitoa.

Sähköhoitoryhmässä 13 (65%) ja lumehoitoryhmässä seitsemän (35%) haavaa saavutti täydellisen sulkeutumisen. Hoitoon sitoutuminen vaikutti parantuneiden haavojen määrään. Hoitoon sitoutuneiden keskuudessa hoitoryhmän haavoista parani (71%, 10/14) ja lumehoitoryhmässä (39%, 5/13). Hoitoon sitoutumattomien tutkittavien keskuudessa haavojen paraneminen oli matalampi (50%, 3/6), kuten myös lumehoitoryhmässä (29%, 5/13). Molemmista ryhmistä kaksi henkilöä keskeytti tutkimuksen pehmytkudosinfektion vuoksi. Lisäksi lumehoitoryhmässä yhden henkilön varvas

amputoitiin osteomyeliitin vuoksi. Parantuneiden haavojen paranemisajassa ei ollut merkittävää eroa. Sähköhoitoryhmässä haava-alueen muutos 12 viikon tutkimuksen aikana oli sähköhoitoryhmässä 86,2% ja lumehoitoryhmässä 71,4%. Tutkijat totesivat, että 20 tunnin viikoittainen sähköhoito yhdessä perinteisen haavanhoidon ja kevennyshoitojen ohjauksen kanssa saattaa edistää paranemista (Peters, Lavery, Armstrong & Fleischli 2001.).

Monofaasinen pulsoitu pienjännite virta

Kroonisten laskimoperäisten jalkahaavojen hoito Dermapulse sähköhoidolla

Junger ja muut (2008) selvittivät satunnaistetussa tutkimuksessa monofaasisen pulsoidun pienjännite virran vaikuttavuutta laskimoperäisten alaraajahaavojen hoitoon laskimoiden vajaatoimintaa sairastavilla (n=39). Haavojen keskimääräinen kesto oli 41.1 kuukautta. Tutkimuksessa mitattiin haavakoon muutoksen lisäksi haavojen transkutaanista happiosapainetta ja kapillaarien muodostumista sekä hoitokustannuksia neljän kuukauden mittaisessa tutkimuksessa. Ryhmien välinen ero ei ollut merkittävä. Tutkijat totesivat sähköhoidon vähentävän haava-alueen kipua merkittävästi pitkäaikaisin vaikutuksin. Kapillaareja muodostui molemmissa ryhmissä. Hoitoryhmässä kapillaarien määrä nousi merkittävästi kolmen kuukauden hoidon kohdalla. Haavan tai jalkapöydän happiosapaineessa ei ollut merkittäviä eroja. Tutkijat totesivat, ettei ryhmien välillä ollut huomattavissa merkittävää eroa, sähköhoitoryhmän kuitenkin todennäköisesti hyötyessä sekä kapillaarien muodostumisesta ja vähentyneestä kivusta. (Junger, Arnold, Zuder, Werner-Stahl & Heising 2008).

Kroonisten haavojen HVPC hoitoa selvittävien tutkimusten otokset, hoitoasetukset ja hoidoista saadut tulokset on esitetty seuraavalla sivulla (Taulukko 5).

Taulukko 5. HVPC hoidot kroonisten alaraajahaavojen hoidossa

	Houghton (2003)	Franek (2000)	Taradaj (2010)		Franek (2006)	
TUTKIMUSTIEDOT			kirur./kons.	kirur./kons.	konservatiivinen	kirurginen
Potilasmäärä	27	79	175		110	
Sähköhoitoryhmä	14	33	40 / 32		28	28
Kontrolliryhmä	13	32 & 14	27		27	27
Tutkimustyyppi	RCT	RCT	RCT		RCT	
Potilaiden keski-ikä	66,30	65,80			66,50	61,00
Haavojen luokitus	VLU,ALU,DFU	VLU	VLU	VLU	VLU	VLU
Kontrolliryhmän hoito	lumehoito	swc/unna's boot			swc+kompress.	swc+kompress.
	Krooniset	**Laskimo**	**Laskimo**	**Laskimo**	**Laskimo**	**Laskimo**
SÄHKÖSTIMULAATIO			isol.superf.reflux	uperf.+deepreflux		
Sähköstimulaation muoto	**HVPC**	**HVPC**	**HVPC**		**HVPC**	
Impulssipituus	100 µs	100 µs	100 µs		100 µs	100 µs
Taajuus	100 Hz	100 Hz	100 Hz		100 Hz	100 Hz
Amplitudi	150 V	100 V	100 V		100 V	100 V
Elektrodit						
Hoitoelektrodi	haavalle	haavalle	haavalle		haavalle	haavalle
Polaarisuus	Neg	Neg 1-3vk	Neg 2 vk		Neg 2 vk	Neg 2 vk
		> positiivinen	> pos 5 vk		> pos 5 vk	> pos 5 vk
Elektrodityyppi	Metalliini	Hiilikuitu	Hiilikuitu		Hiilikuitu	Hiilikuitu
	(lohmann)	Haavaa isompi	Haavan kokoa		Haavan kokoa	Haavan kokoa
Elektrodin väliaine	saliinitaitos	saliinitaitos	saliinitaitos		saliinitaitos	saliinitaitos
Hoitoryhmät (haavojen pieneneminen %, PAR)						
Hoitoryhmä (Sähköstimulaatio + SWC)	14 44.3%	33 59.03%	38.20%/40.50%	40.50%/19.80%	28 86.49%	28 87.11%
Kontrolliryhmä (SWC +/- lumehoito)	13 16.0 %	32 34.73%	15.30%	7.10%	27 58.21%	27 85.67%
(SWC= Perinteinen hoito, PAR%= Haavan pienent.)		14 24.76%				
HOIDON KESTO						
Hoitoaika	45 min	50 min	50 min		50 min	50 min
Hotomäärä viikoittain	3 pv / vk	6 pv / vk	6 pv / vk		6 pv / vk	6 pv / vk
Hoitojen kokonaiskesto	4 vk	7 vk	7 vk		7 vk	7 vk

Bifaasinen pulsoitu korkeajännite virta

Bifaasista pulsoitua korkeajännite virtaa, eli FREMS hoitoa, käytettiin kolmessa mukaan otetussa RCT tutkimuksessa, joissa tutkittiin hoitojen vaikuttavuutta kroonisten haavojen hoidossa. Kaikissa kolmessa tutkimuksessa hoidonantoon käytettiin Aptiva Ballet (Lorenz Therapy System, Lorenz Biotech/Lifetech, Medolla Italy) laitetta ja siihen valmiiksi ohjelmoitua hoito-ohjelmaa. Laitteessa on neljä itsenäistä synkronoimatonta kanavaa, joissa on jokaisessa yksi elektrodipari (positiivinen + ja negatiivinen +). FREMS pulsoi ja sekvensoi negatiivisia pulsseja. Pulsseja kuvataan teräviksi piikeiksi ollen asymmetrista bifaasista muotoa. Pulssiamplitudi eli virran voimakkuus on 0-300V. Pulssitaajuus eli frekvenssi (1,000Hz) moduloituu automaattisesti 10-40 µs välillä ja intensiteetti 100 – 170 µA välillä, jossa jokaisen pulssin piikin huipun pituus on 7-12 nanosekuntia (ns) ja voimakkuus 220 volttiin (V) asti. (Santamato, Panza, Fortunato, Portincasa, Frisardi, Cassatella, Valente, Seripa, Ranieri & Fiore 2012.)

FREMS kroonisten kivuliaiden jalkahaavojen hoidossa

Janković & Binić (2008) tutkijat selvittivät FREMS-hoidon vaikuttavuutta kroonisten kivuliaiden alaraajahaavojen hoidossa. Tutkimuksen potilaat (n=35) jaettiin hoitoryhmään (n=20, 24 haavaa) ja kontrolliryhmään (n=15, 19 haavaa). Hoitoryhmissä esiintyi laskimoperäisiä haavoja (hoitoryhmä, kontrolli; n=20, n=17), valtimoperäinen haava (n=1, n=0), etiologialtaan sekoittuneita haavoja (n=2, n=2) ja diabeettinen jalkahaava n=1, n=0). (Janković & Binić 2008.)

FREMS-hoitoryhmässä haavan koon pienentyminen oli tilastollisesti kontrolliryhmää suurempi kolmen viikon hoidon jälkeen ja ensimmäisen kuukauden lopussa ($p<0.05$). Muutos oli merkittävä FREMS-ryhmässä myös toisen kuun lopuksi ($p<0.001$). Tutkijat selvittivät myös haavan sekä haavaympäristön kuntoa, joita arvioitiin pisteyttämällä. Haavan ympäristö oli FREMS-ryhmässä tilastollisesti merkittävästi parempikuntoinen ensimmäisellä viikolla ($p<0.02$), toisella viikolla ($p< 0.01$) ja kolmannella viikolla ($p<0.05$). FREMS-hoitoryhmän VAS-kipujanalla mitattu koettu kipu laski alun mittauksesta (7.84 +- 1.74) huomattavasti hoidon loppuun (1.68 +- 1.63). VAS-kipujanalla tehdyt mittaukset eivät osoittaneet yhtä suurta muutosta kontrolliryhmässä (7.47 +- 1.61 alussa ja 5.21 +- 1.1 lopussa) ($P < 0.001$). (Janković & Binić 2008.)

FREMS-ryhmän haavan koon alkumittaukset (6.18 +- 1.72cm2) verrattuna loppumittauksiin (1.13 +- 1.58cm2) osoittivat tilastollisesti merkittävän haavan koon pienenemisen. Kontrolliryhmän haavan alkukoko (5.91 +- 1.16cm2) verrattuna loppumittauksiin (3.17 +- 1.83cm2) (P < 0.001) ei ollut muuttunut yhtä paljon. (Janković & Binić 2008.) Tutkijat totesivat FREMS-ryhmässä nopeamman haavojen aiheuttaman kivun laskun ja kasvaneen haavojen epitelisaation. FREMS hoitojen lopuksi tehdyissä mittauksissa havaittiin merkittävät muutokset haavapinnan laskussa (-86.7%) sekä koetussa kivussa (-80.9%), joiden lisäksi haavan ympäristö ja haavan kunto osoittivat merkittäviä paranemisen merkkejä. Tutkijat suosittelivat hoitoa jalkahaavojen hoitoon ja totesivat kivun laskun olleen merkittävä, etenkin ensimmäisen 36-48 tunnin kohdalle. (Janković & Binić 2008.)

FREMS hoidon vaikutus kroonisten ja kivuliaiden laskimoperäisten alaraajahaavojen hoidossa ikääntyneillä aikuisilla

Santamato ja muut (2012) tutkivat FREMS-hoidon vaikutusta kivuliaisiin kroonisiin jalkahaavoihin. Kaikki tutkittavat (n=20) haavat olivat kivuliaita laskimoperäisiä polven alapuolella sijaitsevia alaraajahaavoja. Tutkimuksessa pyrittiin selittämään tarkemmin hoidon vaikutusta perifeerisiin hermo- ja verenkiertojärjestelmiin, joten tutkimuksesta oli poissuljettu diabeettista neuropatiaa sairastavat henkilöt. Kontrolliryhmää hoidettiin paikallishoitojen avulla. Hoitoa annettiin kolmen viikon ajan viisi kertaa viikossa. Koettua kipua arvioitiin VAS-kipujanalla. Haavoja arvioitiin fibriinin kertymän, tulehdusnesteen, granulaation ja epitelisaation osalta. Tutkijat seurasivat haavan koon muutosta, verrattuna alkutilanteeseen. FREMS hoitoa annettiin kolmen viikon tutkimuksen aikana viisi kertaa viikossa 25 minuutin ajan, laitevalmistajan suositteleman protokollan mukaisesti. (Santamato ym. 2012.)

Ryhmien välisiä eroja mitattaessa FREMS-hoitoryhmän haavojen koot olivat pienentyneet merkittävästi kontrolliryhmän verrattuna 10 päivän jälkeen ($p<0.04$), 15 päivää hoidon aloittamisen jälkeen, sekä 15.- ja 30. päivän seurannan kohdalla ($p<0.005$). Koettu kipu oli VAS-mittauksissa vähentynyt tilastollisesti merkittävästi enemmän FREMS-ryhmässä verrattuna kontrolliin 5.-, 10.- ja 15. hoitopäivän kohdalla hoidon aloituksesta, sekä 15.- ja 30. päivän seurantojen kohdalla ($p<0.05$).

Haavojen koot pienenivät FREMS-hoitoa saaneessa ryhmässä (haavan koko alkumittauksessa 9.11cm2 +- 2.02, loppumittauksessa 0.20cm2 +- 0.42) pelkkää paikallishoitoa saaneeseen ryhmään (alkumittaus 9.89cm2 +- 2.02, loppumittaus 4.00cm2 +- 0.66) verrattuna paremmin. Tutkijat totesivat haavojen koossa merkittävän eron kolmen viikon hoidon jälkeen. Tutkijat arvioivat, että FREMS-hoidon aikaansaama tutkittavien kokeman kivun vähentyminen saattoi mahdollistaa paikallishoitojen paremman vaikuttavuuden. Tutkijat katsoivat tutkimuksen osoittaneen, että FREMS-hoito vaikuttaa kipua lievittävänä- sekä haavoja parantavana hoitona ja että lisätutkimuksien tarve on osoitettu otoskokojen ollessa pieniä. Terapiamuodon tutkijat totesivat hoidon saavan aikaan mitattavia muutoksia mikroverenkiertoon angiogeneesiä edistävien toimintojen kautta, joka edistää endoteelin kasvutekijän (VEGF) tuotantoa endoteelisolujen avulla vapautuen sekä paranemisen vaatiman VEGF reseptoreiden aktivaatiota. (Santamato ym. 2012.)

Sähköhoito etiologialtaan erilaisten kroonisten haavojen apuhoitona

Magnoni ja muut (2013) tutkivat FREMS-hoidon vaikuttavuutta kroonisten alaraajahaavojen paranemiseen. Hoitoryhmässä (n=30) ja kontrolliryhmässä (n=30) kroonisten haavojen taustalla oli eri syitä. Tutkimukseen osallistuvilla oli valtimoperäisiä haavoja (hoitoryhmä, kontrolliryhmä; n=16, n=13), kombinoituneita haavoja (n=6, n=14), diabeetikon jalkahaavoja (n=3, n=3), traumaperäisiä haavoja (n=2, n=0), määrittämättömiä haavoja (n=2, n=0) ja palovammasta aiheutunut haava (n=1, n=0). Tutkittavat haavat olivat kestoltaan yli kuusi kuukautta ja tutkimukseen osallistuvat aikuisia. (Magnoni, Rossi, Fiorentini, Baggio, Ferrari & Alberto 2013.)

Hoitoja annettiin tutkittaville sykleissä, joiden lopuksi parantuneiden haavojen määrät laskettiin vertailuun. Syklien maksimäärä oli 9 sykliä, jonka aikana parantuneita haavoja oli tarkoitus tarkkailla seurannassa. Yksi sykli piti sisällään 12 hoitokertaa neljän viikon aikana, jolloin hoitoja annettiin kolme kertaa viikossa. Yhden hoidon kesto oli noin 35 minuuttia. Neljän viikon hoitoa seurasi kahden viikon tauko ennen seuraavan syklin alkamista. Tutkimuksen kokonaiskesto oli 52 viikkoa. (Magnoni ym. 2013.)

Täysin sulkeutuneiden haavojen hoidossa tapahtuneiden kotiutusten määrä oli FREMS-hoitoryhmässä korkeampi koko tutkimuksen viikkoseurannan ajan

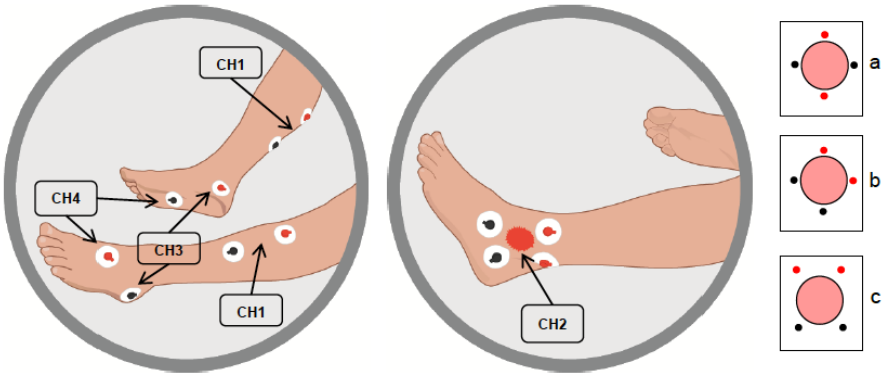
(p<0.0001). Ero oli tilastollisesti merkittävästi suurempi etenkin toisen syklin kohdalla. Kolmannen syklin kohdalla FREMS-ryhmässä 83% oli parantunut. Kontrolliryhmä oli päässyt lähes samaan parantuneiden määrään neljännen syklin kohdalla 6 kuusi viikkoa myöhemmin. Tutkimuksen lopuksi täysin parantuneiden haavojen määrä ryhmissä oli sama (90%), mutta FREMS-hoitoryhmässä vaadittavien syklien määrä oli pienempi, 2.21 +- 0.92 verrattuna kontrolli ryhmään 3.00 +- 1.52 sykliä (p<0.05). Tutkijat totesivat tutkimustiedon analyysissä FREMS-ryhmän haavojen paranemisessa tapahtuneen kiihtymistä. FREMS-ryhmässä paraneminen oli koko tutkimuksen ajan korkeampaa. Lopputilanne oli kuitenkin parantuneiden haavojen osalta sama yhdeksännen syklin lopussa. Haavojen paranemisen osalta kaikki osallistujat analysoitiin tutkimuksen lopussa. Koetun kivun osalta analyysi voitiin tehdä vain toisen syklin loppuun asti, sillä monet tutkittavat vetäytyivät tutkimuksesta haavojen paranemisen jälkeen, saapumatta seurantaan. Toisen syklin jälkeen 16 FREMS-hoidossa ollutta ja yhdeksän kontrolliryhmässä ollutta oli lopettanut haavan parantumisen myötä. Molemmissa ryhmissä koettu kipu oli VAS-kipujanalla mitattuna vähentynyt merkittävästi (p<0.05). Erityisen merkittävä kivun väheneminen oli tapahtunut FREMS-hoitoryhmässä verrattuna kontrolliryhmään 14 päivän hoidon jälkeen, eron jatkuessa aina toisen syklin loppuun asti. (Magnoni ym. 2013.)

Molemmissa ryhmissä haavat pienenivät tilastollisesti merkittävästi (p<0.0001), mutta FREMS-hoitoryhmässä haavat pienenivät tilastollisesti merkittävästi myös kontrolliin verrattuna (p=0.016). Traumaattiset haavat paranivat paremmin laskimoperäisiin verrattuna (p=0.0001). Määrittämättömät haavat kasvoivat verrattuna laskimoperäisiin haavoihin (p=0.001). (Magnoni ym. 2013.)

FREMS hoidoissa käytetty elektrodiasettelu ja hoitoajat

FREMS hoitoa käyttävissä tutkimuksissa elektrodiasettelut tehtiin laitevalmistajan hoitosuositusten mukaisesti. Elektrodiparien 1. kanava sijoitettiin pohkeeseen tai tibialis anterior lihakseen, asettamalla positiivinen (+) elektrodi lihaksen ventriin ja negatiivinen (-) elektrodi lihaksen insertioon.2. kanava asetettiin puhdistetun ihon alueelle haavan ympärille. 3. kanava sijoitettiin molempien kehrästen (malleoli) alapuolelle, positiivinen elektrodi mediaalisesti ja negatiivinen elektrodi lateraalisesti. 4. kanavassa positiivinen elektrodi asetettiin jalkapöytään ja negatiivinen elektrodi jalkapohjaan. (Janković & Binić 2008; Santamato 2012; Magnoni 2013).

Tutkimuksissa käytetty Aptiva Ballet FREMS hoitolaite on valmistajan mukaan vanhentunut malli, joka on korvautunut Aptiva 4 mallilla. Hoito-ohjelmissa ei ole tapahtunut muutoksia. (Petrilli 2018.) Laitteen elektrodiasettelu toteutetaan kaikissa kroonisten haavojen hoidoissa kanavien 1, 3 ja 4 osalta samalla tavalla, kanavan 2 vaihdellessa haavan sijainnin mukaan (Kuvio 10). Poikkeuksena on kuitenkin painehaavahoidon toteutus, jossa elektrodit asetellaan eri tavoin. Haavaa ympäröivien kanavan 2 elektrodien paikkaa suositellaan vaihdettavaksi hoitojen edetessä, jotta ympäröivä kudos aktivoituu kauttaaltaan. (Aptiva wound healing n.d.)



Kuvio 10. Laskimoperäisen alaraajahaavan hoidossa käytetty elektrodiasettelu

(Aptiva wound healing n.d., 11. © 2018. Fremslife. Käytetty luvalla)

Symmetrinen bifaasinen pulsoitu virta ja tasavirta

Paranemista ennustavat tekijät sähköhoidolla hoidetuissa kroonisissa haavoissa

Cukjati ja muut tutkijat (2001) selvittivät tasavirran ja bifaasisen pulsoidun virran vaikutusta kroonisten haavojen paranemiseen. Lisäksi tutkijat pyrkivät selvittämään tekijöitä, jotka vaikuttavat kroonisen haavan paranemisnopeuteen ehdottaakseen järjestelmää jolla haavojen paranemista voitaisiin paremmin ennustaa. Tutkimuksen potilailla (n=266) oli yhteensä 390 kroonista haavaa. Ryhmissä oli geriatrisia-, diabetes mellitus, multippeliskleroosi ja selkäydinvauriopotilaita sekä verenkiertoperäisiä sairauksia sairastavia ja akuutin trauman kokeneita potilaita. Tutkimusryhmät jaettiin perinteisen hoidon (n=54), lume sähköhoidon (n=23), tasavirtahoidon (n=42) ja bifaasisen pulsoidun (n=181) hoidon ryhmiin. Tutkimuksessa todettiin haavan paranemista ennustavia tekijöitä olevan annetun hoidon lisäksi haavan koko, potilaan ikä, haavan toteamisen ja hoidon aloittamisen välinen aika, haavan pituus-leveys suhde

sekä haavan sijainti. (Cukjati, Robnik-Sikonja, Rebersek, Kononenko & Miklavcic 2001.)

Tasavirtahoidossa olevaa ryhmää (n=42) hoidettiin tasavirralla. Hoito toteutettiin 0.6mA tasolla 30, 60 minuutin tai kahden tunnin hoitoina päivittäin. Positiivinen tarraelektrodi asetettiin haavapinnalle negatiivisen ollessa terveellä iholla haavan vierellä tai vaihtoehtoisesti molemmat elektrodit asetettiin terveelle iholle haavan ympärille. Toisen elektrodin polaarisuus oli positiivinen ja toisen negatiivinen. (Cukjati ym. 2001)

Bifaasisen pulsoidun hoidon ryhmässä olleita hoidettiin balansoidulla symmetrisillä vaihtovirtapulssihoidoilla 30-, 60- tai 120 minuuttia päivässä. Tarraelektrodit oli asetettu haavan molemmille puolille. Impulssin pituus oli 0.25ms, toistotaajuuden ollessa 40 hertsiä (Hz). Neljän sekunnin stimulaatioita seurasi yhtä pitkä rytmitetty tauko. Pulsseilla aikaansaatiin tetaaninen eli jatkuva supistus stimuloitavaan kudokseen. Amplitudi oli yleensä asetettu tasolle 15-25mA mahdollisimman pienelle tasolle, jottei kudokselle aiheudu vaurioita. (Cukjati ym. 2001.)

Haavat paranivat BiPC ryhmässä 0.190 millimetriä päivässä, LIDC ryhmässä 0.168 millimetriä päivässä, lumehoitoryhmässä 0.162 millimetriä päivässä ja perinteisesti hoidettujen haavojen ryhmässä 0.145 millimetriä päivässä. Ero ei ollut tilastollisesti merkittävä. Vaihtovirtahoitoryhmän sekä toisen sähköhoito ryhmän (bifaasinen pulsoitu virta) haavoista 90% parani täysin 60:n viikon hoidossa, verrattuna perinteisellä haavanhoidolla hoidettuun (72%) ryhmään ja lumehoitoryhmään (70%). Tutkimuksessa todettiin haavan paranemista ennustaviksi tekijöiksi annetun hoidon lisäksi haavan koon, potilaan iän, haavan toteamisen ja hoidon aloittamisen välisen ajan, haavan pituus-leveys suhteen ja sijainnin. Bifaasisen pulsoidun virran todettiin parantavan haavoja tasavirtahoitoa paremmin. (Cukjati ym. 2001.)

7 Pohdinta

Koska systemaattisten katsausten tutkimuskriteereissä on eroja, monet tulokset eivät ole suoraan verrannollisia keskenään. Hoidon kannalta voidaan kuitenkin olettaa jo pienenkin haavan paranemisen olevan hyvä tulos, kun sähköhoitoa käytetään mui-

den hoitojen lisänä. Mikäli katsastellaan lyhyitä kokonaiskestoja käyttäviä tutkimuksia ei niiden puitteissa ole todellista tavoitella täydellistä paranemista. Myös useat tutkijat ottivat aiheeseen kantaa, toteamalla että sähköhoitojen käytössä tarvitaan pidempiä, yli neljä- tai kuusi kestoltaan olevia tutkimuksia, jotta täydellinen paraneminen olisi mahdollista saavuttaa.

Kaikkien paikallishoitoja tehostavien hoitojen vaikutusta painehaavojen paranemiseen selvittävissä systemaattisissa katsauksissa tulokset olivat vaihtelevia. Yhdessä katsauksessa sähköhoitoa suositeltiin ainoana paikallishoitoja tehostavana hoitona (Vélez-Díaz-Pallarés ym. 2015). Yhdessä katsauksessa katsottiin, ettei sähköhoidon käytölle painehaavojen hoidossa ole riittävää näyttöä (Reddy ym. 2008). Tutkimustiedon määrä katsottiin vähäiseksi useissa painehaavakatsauksissa (Reddy ym. 2008; Vélez-Díaz-Pallarés ym. 2015; Regan ym. 2009). Kaikkiin paikallishoitoa tehostaviin hoitoihin keskittyvät katsaukset tarkastelivat pääsääntöisesti hyvin pientä määrää sähköhoitotutkimuksia, kun sähköhoitoihin keskittyneissä katsauksissa oli mukana enemmän tutkimuksia. Syynä voi olla tutkijoiden läpikäymän aineiston suuri määrä ja katsauksen aikataulu, joka on estänyt tutkijoita löytämästä kaikkia aihealueen tutkimuksia.

Sähköhoidon todettiin edistävän painehaavojen paranemista suuressa osassa kaikkia tehostavia hoitoja selvittävissä katsauksissa (Smith ym. 2013; Regan ym. 2009; Vélez-Díaz-Pallarés ym. 2015; Barnes ym. 2014; Kawasaki ym. 2014; Health Quality Ontario 2017) ja pääsääntöisesti kaikissa sähköhoitoja selvittävissä katsauksissa (Liu ym. 2014; Liu ym. 2016; Lala ym. 2015; Polak ym. 2013; Koel & Houghton; Khouri ym. 2017).

Systemaattisissa katsauksissa, jotka selvittivät painehaavojen täydellistä paranemista, ei löytynyt riittävää näyttöä sähköhoidon hyödyistä (Smith 2013; Health Quality Ontario 2017), jonka syyksi on epäilty tutkimusten kokonaiskeston lyhyyttä (Smith 2013). Toisaalta yhdessä tutkimuksessa täydellisesti parantuneiden haavojen määrä kasvoi puolitoistakertaiseksi neljässä tarkastellussa tutkimuksessa. Kuuden viikon hoitoaika on todettu riittämättömäksi täydellisen haavan sulkeutumisen aikaansaamiseksi (Polak ym. 2017). Kokonaisajaltaan pidemmissä tutkimuksissa on saatu aikaan haavojen täydellistä paranemista (Houghton ym. 2010, Magnoni ym. 2013).

Koel & Houghtonin (2014) katsauksessa 15:sta tutkimuksessa hoitojen kokonaiskestot olivat keskiarvoltaan kuusi ja puoli viikkoa. Useimpien sähköhoidon käytöstä tehtyjen tutkimusten kestojen ollessa lyhyitä, sähköhoitoa ei voida todeta vaikuttavaksi katsauksissa, joissa selvitetään haavojen täydellistä paranemista.

Tutkimustulosten todettiin olevan painehaavatutkimuksissa heterogeenisiä (Barnes 2014 ym.; Liu ym. 2014; Liu ym. 2016) johtuen tutkimuksissa käytettyjen virtatyyppien ja haavojen mittaustapojen vaihtelusta (Smith ym. 2013; Lala ym. 2015). Myös hoitojen kestossa ja haavojen etiologioissa oli huomattavia eroja (Barnes ym. 2014). Haittavaikutuksia oli raportoitu vähän ja ainoa raportoitu haittavaikutus oli ihon ärsyyntyminen (Smith 2013).

Diabeetikkojen jalkahaavoja käsitteli kaksi systemaattista katsausta, joista toinen käsitteli ennen vuotta 2007 tehtyjä tutkimuksia. Mukaan otettuja tutkimuksia oli 60, joista kaksi selvitti sähköhoidon vaikutuksia, jonka perusteella tutkijat katsoivat, ettei hoitoa voi perustella ilman lisätutkimusta (Hinchliffe ym. 2008). Vuonna 2013 julkaistu toinen katsaus totesi sähköhoidon hyödyn todetuksi diabeettisten haavojen hoidossa, raportoinnin ollessa kuitenkin heterogeenistä ja tutkimuslaadun ollessa heikkoa (Kwan ym. 2013).

Systemaattisista katsauksista yksi keskittyi pelkkiin HVPC hoitojen vaikutusten selvittämiseen, löytäen virtamuodon käytöstä näyttöä painehaavojen ja laskimoperäisten painehaavojen hoidossa (Polak ym. 2013). Koelin & Houghtonin (2014) katsauksessa vertailtiin monofaasista (tasavirtaa) ja bifaasista (vaihtovirtaa) käyttävien virtojen eroja, joihin luettiin mukaan myös pulsoivat virrat. Painehaavat paranivat parhaiten monofaasisella pulsoidulla virralla, sekä positiivisen että negatiivisen aktiivielektrodin pienentäessä tutkittavia haavoja. Myös bifaasisilla virroilla katsottiin olevan hyötyä myös laskimoperäisten- ja diabeettisten (FREMS, BiPC, Sinusoidaalivirta + lämpöhoito) haavojen hoidossa. Bifaasisten hoitojen vaihtelevuus mukaan otetuissa tutkimuksissa oli monofaasisia tutkimuksia suurempi, monofaasisten tutkimusten tutkiessa HVPC ja LVPC hoitomuotoja. Yhdessä systemaattisessa katsauksessa arvioitiin tarkemmin virtatyyppien välisiä eroja. Katsauksessa tasavirran käytölle ei löytynyt näyttöä. LVPC virralla oli saatu aiemmissa tutkimuksissa merkittävää muutosta, mutta HVPC hoidon todettiin olevan suositeltavin hoitoprotokolla. (Khouri ym. 2017).

Yhdessä katsauksessa HVPC virran arvioitiin olevan tasavirtaa parempi (Kawasaki 2014).

Systemaattisia katsauksia- ja meta-analyysejä tarkastellessa tulee ottaa huomioon, että niissä käsitellään myös ennen vuotta 2000 tehtyjä tutkimuksia, joita ei sisällytetty tähän integroivaan katsaukseen, joka on otettu huomioon systemaattisten katsausten- ja meta-analyysien kokonaisarvioita tehdessä. Viimeaikaisimpaan tutkimustietoon perehtymisen johdosta tähän katsaukseen mukaanottokriteerit täyttyivät vain yhden MPC hoitoa tutkivan systemaattisen katsauksen osalta. MPC-hoitojen käytöllä on saatu hyviä tuloksia 80- ja 90- luvulla. HVPC virta nousi kuitenkin selvästi parhaaksi hoitomuodoksi painehaavojen osalta. FREMS-hoitoja tutkivia tutkimuksia arvioitiin kaikkien tutkimusten osalta vain viime vuonna tehdyssä Khourin (2017) katsauksessa.

Parhaita hoitovasteita on saatu tämän vuosituhannen aikana korkeajännite virroilla, joita tuottavat HVPC- ja FREMS-hoidot. Molemmissa virtamuodoissa käytetään pulsoitua virtaa. HVPC-hoito tuottaa korkean positiivista tai negatiivista polaarisuutta olevan kaksipiikkisen monofaasisen pulssin. FREMS-hoito tuottaessa bifaasisen negatiivisen yksittäisen pulssin. Aiemmissa tutkimuksissa vertailtaessa asymmetrisen bifaasisen, symmetrisen bifaasisen ja mikrovirtojen eroja huomattiin asymmetrisen pulsoidun virran saavan aikaan parempia tuluksia kuin symmetrisen bifaasisen virran (Baker ym. 1996; Baker ym. 1997). Asymmetrisen bifaasisen-, HVPC- ja FREMS- aaltomuotojen vaikuttaessa haavan pienenemiseen muita hoitoja paremmin on mahdollista, että aaltomuodon epämääräinen muoto saa aikaan haavojen edistyneen paranemisen symmetrisiä virtoja paremmin. HVPC- ja FREMS-hoidoissa käytetty korkeajännite mahdollistaa paremman läpäisevyyden kudokseen, todellisen virtamäärän ollessa kuitenkin pieni pulssien lyhyiden kestojen ansiosta. Korkea pulssi mahdollistaa siten haava-alueen syvemmän kudoksen tavoittamisen ja hoidon. Kokonaisvirtamäärän ollessa pieni hoidot eivät aiheuta palovammariskiä ja ovat turvallisia toteuttaa. Asymmetristä bifaasista virtaa käyttäneissä viime vuosituhannella tehdyissä tutkimuksissa (Baker ym. 1996; Baker ym. 1997) elektrodiasettelu oli tehty haavan ympärille. Vastaavaa elektrodiasettelua oli käytetty myös yhdessä HVPC-hoitotutkimuksessa kahdella tutkittavalla (Houghton ym. 2010). Kaikki tutkimusnäyttö viittaa siihen, että HVPC-hoidoissa aktiivielektrodin asettelu suoraan haavalle

tuo hyviä tuloksia. Hoitoelektrodi on kuitenkin mahdollista jakaa kahteen erilliseen haavaan ympäröivään elektrodiin. Voi kuitenkin olettaa, että haava alueelle saapuva kudokseen siirtyvä virta on tällöin merkittävästi pienempi tai se ei siirry kudokseen yhtä tehokkaasti, verrattuna suoraan haavataitoksen päälle tehtyyn asetteluun.

Yhteen hoitokertaan käytetty aika oli eniten tutkituissa sähköhoidon muodoissa joko hoitolaitteen hoito-ohjeen mukainen (Jankovic & Blinic 2008, Santamato ym. 2012; Magnoni ym. 2013) tai se perustui aiemmista tutkimuksista saatuihin hyviin tuloksiin (Franek ym. 2000; Houghton ym. 2003; Franek ym. 2006; Franek ym. 2012; Polak ym. 2016). FREMS hoidot olivat pituudeltaan 20-35 minuuttia. HVPC hoidoissa suurin osa hoidoista toteutettiin 50 minuutin pituisina, aikaansaaden hyviä tuloksia. Ahmadin (2008) tutkimuksessa selvitettiin optimaalista hoitoaikaa painehaavojen paranemiselle, jolloin 60 minuutin hoito paransi haavoja merkittävästi 45 minuutin hoitoa paremmin, 60 minuutin ja 120 minuutin hoitojen välillä ollen vähäisiä eroja (Ahmad 2008). Tulosten perusteella HVPC hoidoissa hoitoaika tulisi olla 50-60 minuuttia.

Hoitoja toteutettiin mukaan otetuissa tutkimuksissa useimmiten viisi kertaa viikossa (Franek ym. 2000, Franek ym. 2005, Franek ym. 2012, Polak ym. 2016, Polak ym. 2017, Taradaj ym. 2010). Kolmessa tutkimuksessa hoitoa toteutettiin päivittäin (Peters ym. 2001, Houghton ym. 2010a, Ahmad 2008) ja neljässä tutkimuksessa kolme kertaa viikossa (Houghton ym. 2003; Jankovic & Blinic 2008, Santamato ym. 2012; Magnoni ym. 2013). HVPC hoidoissa hoitoja toteutettiin eniten viisi kertaa viikossa ja hoidolla saatiin hyviä tuloksia.

HVPC tutkimuksissa myös hoidoissa käytettävä virtamäärä on valittu usein aiemmissa tutkimuksissa saatujen positiivisten tulosten perusteella (Franek 2000 ym.; Houghton ym. 2003; Franek 2006; Franek ym. 2012; Polak ym. 2016). Hoidolla saatujen tulosten perusteella valitut virtamäärät soveltuvat HVPC sähköhoidolla toteutettaviin painehaavahoitoihin ja niiden käytöstä on saatu hyviä tuloksia myös laskimoperäisten alaraajahaavojen konservatiivisessa hoidossa (Franek ym. 2006).

Khourin (2017) toteaa elektrodin haavapinnalle asetettuna antavan parhaat hoitotulokset ryhmän katsastamissa tutkimuksissa. Elektrodi asetettiin haavalle suurimmassa osassa HVPC hoitotutkimuksista, joissa tutkittiin painehaavoja (Ahmad 2008, Franek ym. 2012, Polak ym. 2016, Polak ym. 2017) ja laskimoperäisiä alaraajahaavoja

(Franek ym. 2000, Franek ym. 2006, Taradaj ym. 2010). Kahdessa tutkimuksessa hoitoa toteutettiin sähköä johtavalla sukalla (Houghton ym. 2010a, Peters ym. 2001) ja kahdessa tutkimuksessa oli käytetty elektrodien asettelua haavan ympärille (Houghton ym. 2010a, Cukjati ym. 2001). Suoraan haavapinnalle tehtävä elektrodiasettelu, jossa hajottava eli dispersiivinen elektrodi asetetaan kauemmaksi haavasta, on todettu turvalliseksi hoitotavaksi Kanadan Fysioterapia Yhdistyksen kontraindikaatioita käsittelevässä selvityksessä (Houghton 2010b).

Myös FREMS hoidoilla oli saatu aikaan laskimo- ja valtimoperäisten haavojen nopeampi pieneneminen sekä myös nopeampi haavojen täydellinen sulkeutuminen (Janković & Binić 2008; Santamato 2012; Magnoni 2013). Kaikissa tutkimuksissa raportoitiin merkittävästä koetun kivun vähenemisestä. Yhdessä tutkimuksessa vähentyneen kivun spekuloitiin mahdollistavan paikallishoitojen paremman vaikuttavuuden haavojen paranemiseen. Kipua väheni merkittävästi kaikkien tutkimusten hoitoryhmissä. Diabeettisten jalkahaavojen määrä tutkimuksissa oli vähäinen (FREMS ryhmissä 4, kontrolleissa 3). FREMS hoidolla on saatu aikaan merkittävää koetun kivun laskua diabeettista polyneuropatiaa sairastavilla (Bosi ym. 2014). Siten FREMS hoito voisi soveltua käyttöön myös diabeettisten jalkahaavojen hoidossa. FREMS hoidoissa laitteen automaattisesti moduloimat virrat siirtyvät kehon vasteeseen mukautuen ennalta ohjelmoitujen hoito-ohjelmien avulla ja laite sisältää hoito-ohjeet lähes kaikille kroonisen haavan muodoille. Suositellut hoito-ajat ovat HVPC hoitoja lyhyempiä, joka tekee hoidoista kustannustehokkaampia. Toisaalta laitteen hinta on moninkertainen HVPC monihoitolaitteisiin verrattuna, eikä laitteesta ole saatavilla kannettavaa versiota. Toisaalta mikäli hoidoilla voidaan estää esimerkiksi amputaatioita, saadaan aikaan merkittäviä kustannussäästöjä. Tutkimusten perusteella FREMS hoidosta on merkittävää hyötyä verenkiertoperäisten kroonisten haavojen hoidossa (laskimoperäiset- ja valtimoperäiset alaraajahaavat). Tutkimusten otokset ovat kuitenkin pieniä, joten näytön määrä jää vähäiseksi. Esimerkiksi lääketutkimuksissa tarvitaan kymmeniä- ellei satojatuhansia sisältäviä otoksia ennen lääkkeen hyväksymistä markkinoille. Sähköhoitotutkimuksiin on varmasti vaikea saada tutkittavia ja tutkimusten kokonaiskestot voivat olla vuosia. Myös tutkittavien haavojen taustalla olevat sairaudet ja amputaatiot voivat aiheuttaa tutkimukseen osallistuvien poisjääntiä kesken tutkimuksen, joka vaikuttaa osaltaan tutkimuksen laatuun.

Hoidon toteuttamiseen tarvitaan aina sähköhoitojen antamiseen koulutettu fysioterapeutti. Haavasidosten vaihtoon fysioterapeuteilla ei ole koulutusta ja hoidonantoon tarvitaan tällöin koulutuksen saanutta hoitajaa tai lääkäriä, sillä hoidon yhteydessä voi joutua tekemään haavasidosten vaihdon. Mikäli fysioterapeutti on koulutettu haavanhoitaja, on sähköhoito mahdollista toteuttaa myös fysioterapeutin toimesta silloin, kun hoidon toteuttaminen vaatii haava-alueeseen kajoamista. Mikäli hoito toteutetaan bipolaarisella elektrodiasettelulla eli asettamalla elektrodit haavan ympärille, on hoito mahdollista suorittaa ilman haavanhoitajaa. Hoitojen yhteydessä on kuitenkin suositeltavaa tehdä haavasidosten vaihto. Sähköhoitojen toteuttaminen kannattavilla laitteilla on myös mahdollista kouluttaa kotihoidon työntekijöille. Kahdessa tutkimuksessa verkkovirtaisen laitteen sijasta hoitoa toteutettiin kannettavalla patterikäyttöisellä laitteella tutkittavien kotioloissa (Peters 2001 ym.; Houghton ym. 2010a). Tutkimuksissa käytetty kannettava Micro Z laite on saatavilla Suomessa.

Mikäli sähköhoidon toteuttaminen saataisiin sisällytettyä fysioterapeuttien ja hoitajien normaaliin työnkuvaan voidaan olettaa, että hoitomuodon käyttö saisi aikaan kustannussäästöjä. Kustannukset pienenisivät entisestään, mikäli sähköhoitojen toteuttaminen voitaisiin kouluttaa haavanhoitajille. Esimerkiksi alipaineimuhoidossa käytetyn sähköhoitolaitteen käyttö on jo koulutettu yhden maakunnan terveyskeskussairaalan vastaavalle haavanhoitajalle, joten painehaavahoitojen kouluttaminen voisi olla hyvinkin mahdollista. Hoidot ovat turvallisia toteuttaa eikä niihin sisälly juurikaan riskejä sähköhoidon toteuttamisen osalta. Sekä fysioterapeuttien että hoitajien tulee kuitenkin toimia oman ammattialansa koulutuksen puitteissa, eivätkä esimerkiksi fysioterapeutit voi hoitaa haavoja tai hoitajat tehdä vastaavasti sähköhoitoja, ilman perehdyttävää koulutusta.

FREMS hoitojen käyttö voisi vähentää alaraaja amputaatioiden määrää, josta syntyisi huomattavaa kustannussäästöjä. Krooniset haavat aiheuttavat merkittävää yleiskunnon ja elämänlaadun (osallistuminen) heikkenemistä, jonka lisäksi niiden myötä taustalla olevat sairaudet todennäköisesti vaikeutuvat tai syntyy täysin uusia liitännäissairauksia. Kroonisten haavojen kehittymisen estämiseksi vaaditaan kattavaa koulutusta kotipalvelun, palvelu- ja hoitokotien, terveyskeskusten ja sairaaloiden hoitohenkilökunnalle. Vanhusten määrä tulee kasvamaan, kun suuret ikäluokat vanhenevat, joka tulee lisäämään kroonisten haavojen esiintyvyyttä. Kroonisten haavojen täydellinen

paraneminen vaatii edelleen jatkotutkimusta ja isompia otoskokoja. Edellä mainittujen tutkimustulosten perusteella voidaan todeta sähköhoitojen olevan suositeltava hoitomuoto painehaavojen hoidossa käytettäväksi, jonka hoidoista on saatu hyviä tuloksia verenkiertoperäisten haavojen hoidossa, joiden osalta otoksen ovat kuitenkin pieniä. Painehaavatutkimuksissa vaaditaan kokonaiskestoltaan pidempiä hoitojaksoja täydellisen haavan sulkeutumisen saavuttamiseksi. Verenkiertoperäisten jalkahaavojen hoidossa on saatu pitkäkestoisessa tutkimuksessa kroonisten haavojen nopeampi sulkeutuminen sähköhoito ryhmissä. Diabeetikon jalkahaavojen hoidossa sähköhoidolla on saatu aikaan merkittävää kivun vähenemistä.

8 Johtopäätökset

Työssä tarkasteltiin eri tyyppisten kroonisten haavojen hoidossa käytettyjä erilaisia sähköhoitoja ja hoidoilla saatuja tuloksia. Tutkimustulosten perusteella päädyin suosittelemaan tilaajalle HVPC-hoidon käyttöä. Suosittelen hoitomuotoa, sillä tutkimuksissa sen käytöllä on saatu aikaan painehaavojen merkittävä kontraktio.

Päädyin HVPC-hoitosuositukseen (Liite 1), koska systemaattisissa katsauksissa ja meta-analyyseissä HVPC-hoitoa käyttäneet satunnaistetut tutkimukset nousivat jatkuvasti esiin vaikuttavana hoitomuotona, etenkin painehaavojen osalta. HVPC-hoidoilla aikaansaatiin eniten painehaavojen pienenemistä, verrattuna muihin sähköhoitotyyppeihin. HVPC-hoidolla oli saatu aikaan myös muun tyyppisten kroonisten haavojen pienentymistä, mutta sen käytöstä ei ole riittävää näyttöä pienien otosten vuoksi. Painehaavojen hoidosta HVPC-hoidolla tutkimuksia oli tehty enemmän. HVPC-hoitoa käyttäneet painehaavatutkimukset ovat melko uusia ja viimeaikaisimmat tutkimukset ovat laadultaan korkeita. Satunnaistetut kontrolloidut painehaavatutkimukset oli tehty hoitokodeissa (Polak ym. 2017; Polak ym. 2016;), sairaaloissa (Franek ym. 2012; Ahmad 2008) tai ihmisten kodeissa (Houghton 2010). Hoidoissa oli saatu hyviä tuloksia gradus II-IV tason (Polak ym. 2017) ja gradus II-III tason painehaavojen paranemiseen. Hoitojen toteutus oli kuvattu yksityiskohtaisesti käytettävien hoitoparametrien osalta. Lisäksi päädyin suosittelemaan hoitoa, koska se ei pienen kokonaisvirtamäärän ansiosta aiheuta palovammariskiä. Hoidosta on myös raportoitu vähän haittavaikutuksia. Hoidon toteuttamiseen käytettävä laite on

yleisesti saatavilla Suomessa verkkovirtaisena monitoimilaitteena. Korkeajännite virran käyttöä kliinisessä työssä opetetaan fysioterapiakoulutuksessa osana fysikaalisten sähköhoitojen koulutusta.

Mahdollisen hoitopäätöksen ja hoitokohtaisen arvioinnin tulisi olla aina lääkärin tekemä. Tutkimukset osoittavat HVPC hoidosta olevan kiistatonta hyötyä painehaavojen paranemisen edistämisessä. Painehaavojen paraneminen parantaa potilaan elämänlaatua, mahdollistaa osallistumisen työhön tai harrastuksiin, vähentää työväestössä menetettyjen ansiotulojen aiheuttamaa rahallista taakkaa ja vähentää terveydenhuollon kustannuksia.

Hoitosuosituksessa (Liite 1) annetaan opinnäytetyöhön kootun tiedon perusteella suositus sähköhoidon käytöstä painehaavojen hoidossa. Käytettävänä aaltomuotona on HVPC-virtamuoto. Hoitosuositus sisältää hoidon toteuttamiseen käytettävät parametrit polaarisuuden, hoitosyklin, frekvenssin, pulssipituuden, amplitudin, hoidon keston, elektrodien asettelun ja elektrodikoon osalta. Hoito tulisi toteuttaa sensorisen tason alapuolella, joka määritetään jokaisen hoidon kohdalla erikseen terveeltä iholta. Hoidon tavoitteena tulisi olla täydellinen paraneminen. On kuitenkin tärkeää saada haavan koko pienenemään, koska myös sillä on merkittävä vaikutus hoidettavan tilanteeseen. Näyttöä on enemmän haavan koon pienenemistä, sillä tutkimukset ovat olleet kestoltaan lyhyitä. Siten tulisikin käyttää pidempiä kokonaishoidon kestoja. Hoidon seuranta tulisi suorittaa viimeaikaisten suositusten perusteella, kuten Cochrane-protokollan mukaisesti, jotta hoidon tulokset olisivat paremmin kansainvälisissä tutkimuksissa vertailtavissa muihin hoitoihin. Sovittuja mittareita tulisi käyttää ainakin haavan pienentymisen sekä täydellisesti sulkeutuneiden haavojen osalta. Hoidon haavamittaukset tulisi tehdä vähintään viikoittain validoituja mittareita käyttäen. Haavoja arvioivat mittarit tarkastelevat haavojen tilaa ja validoituna mittarina voisi toimia esimerkiksi PSST (Pressure Ulcer Status Tool) – arviointityökalu. Lisäksi tutkimuksissa on seurattu muun muassa granulaation määrän kasvua, hapen määrän lisääntymistä, tutkittavien koetun kivun vähenemistä ja raportoituja haittavaikutuksia. Myös haavojen täydelliseen sulkeutumiseen vaadittava aika on oleellinen tulevaisuuden tutkimuksessa huomioitava asia, jolla voidaan perustella hoidon käyttöä myös hoitokustannusten osalta. Painehaavojen mahdolliset tulevaisuudessa tehtävät tutkimukset tulisi olla pituudeltaan yli kuusi viikkoa, haavan sulkeutumiseen asti.

Lähteet

Ahmad, E.T. 2008. High-voltage pulsed galvanic stimulation: Effect of treatment duration on healing of chronic pressure ulcers. Annals of Burns and Fire Disasters - vol. XXI, 21, 3, 124–128 Viitattu 10.7.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3188162

Ahmajärvi, K. & Isoherranen, K. 2017. Kroonisten haavojen hoito perusterveydenhuollossa. Suomen lääkärilehti 8, 72, 505-511. Viitattu 30.3.2018.

Aptiva. N.d. Biomedical device - FREMS device. Fremslife sivuston laite-esittely sivusto ja esite. Viitattu 20.3.2018. http://www.fremslife.com/en/aptiva

Aptiva 4. N.d. The new generation of FREMS esite. Fremslife. N.d.

Aptiva wound healing. N.d. Aptiva 4 haavojen sähköhoitojen manuaali. Fremslife. n.d.

Arokoski, J. Heinonen, A. & Ylinen, J. 2015. Fysioterapia. Julkaisussa Fysiatria. Toim. Arokoski, J., Mikkelsson, M., Pohjolainen, T. & Viikari-Juntura, E. Duodecim, 389-400. 5. p. Kustannus Duodecim.

Baker, L.L., Rubayi, S., Villar, F. & Demuth, S.K. 1996. Effect of electrical stimulation waveform on healing of ulcers in human beings with spinal cord injury. Wound Rep Regen 1996, 4, 72. Viitattu 26.3.2018.

Baker, L.L., Chambers, R., Demuth, S.K. & Villar, F. 1997. Effects of electrical stimulation on wound healing in patients with diabetic ulcers. Diabetes Care, 20, 405. Viitattu 26.3.2018.

Balakatounis, K.C. & Angoules, A.G. 2008. Low-intensity Electrical Stimulation in Wound Healing: Review of the Efficacy of Externally Applied Currents Resembling the Current of Injury. Journal of Plastic Surgery.

Barnes, R., Shahin, Y., Gohil, R. & Chetter, I. 2014. Electrical stimulation vs. standard care for chronic ulcer healing: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. European Journal of Clinical Investigation, 44, 429. Viitattu 8.8.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24456185

Bosi, E., Bax, G., Scionti, L., Spallone, V., Tesfaye, S., Valensi, P. & Ziegler, D. 2012. Diabetologia, 56, 467-475.

Braddom, R.L. 2017. Physical medicine & rehabilitation. 3p. Elsevier.

Bryant, R.A & Nix, D.P. Acute & Chronic wounds: Current management concepts. 5p. Elsevier.

Centers for Medicare & Medicaid Service. 2003. Decision Memo for Electrostimulation for Wounds (CAG-00068R). Viitattu 24.12.2017. https://www.cms.gov/medicare-coverage-database/details/nca-decision-memo.aspx?NCAId=28&fromdb=true

Chamanga, E.T. 2018. Clinical management of non-healing wounds. Nursing Standard, 32, 29, 46-62.

Chattanooga Intelect. N.d. Electrotherapy E-Book manuaali. Chattanooga/DJO Global.

Clark M. 2013. Technology update on electrical stimulation and wound healing. Wounds Int, 4, Suppl 2, 4. Viitattu 17.12.2017. http://www.wounds-uk.com/pdf/content_10798.pdf

Cukjati, D., Robnik-Sikonja, M., Rebersek, S., Kononenko, I. & Miklavcic, D. 2001. Prognostic factors in the prediction of chronic wound healing by electrical stimulation. Med Biol End Comput, 39, 542. Viitattu 22.3.2018.

de Morton, N.A. 2009. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. Australian Journal of Physiotherapy. 2009;55(issue2):129-33.https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0004951409700431?via%3Dihub

Debus, E.S. 2013. Technology update on electrical stimulation and wound healing. Wounds Int, 4, Suppl 2, 7. Viitattu 17.12.2017. http://www.wounds-uk.com/pdf/content_10798.pdf

EPUAP, NPUAP, PPPIA (European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Ulcer Advisory Panel & Pan Pacific Pressure Injury Alliance). 2014. Prevention and Treatment of Pressure Ulcers: Quick Reference Guide. Emily Haesler (Ed.). Cambridge Media: Osborne Park, Australia; 2014. Viitattu 3.1.2018. http://www.epuap.org/pu-guidelines

Flinkman & Salanterä. 2007. Integeroitu katsaus - eri metodeilla tehdyn tutkimuksen yhdistäminen katsauksessa. Julkaisussa Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Toim. Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, L-R. Turun yliopisto: Hoitotieteen laitoksen julkaisuja: Tutkimuksia ja raportteja, Sarja A51. Turku: 2007. Viitattu 29.3.2018.

Franek, A., Kostur, R., Polak, A., Taradaj, J., Szlachta, Z., Blaszczak, E., Dolibog, P., Dolibog, P., Koczy, B. & Kucio, C. 2012. Using high-voltage electrical stimulation in the treatment of recalcitrant pressure ulcers: results of a randomized, controlled clinical study. Ostomy Wound Management, 58, 3, 30-44. Viitattu 14.7.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22391955

Franek, A., Polak, A. Kucharzewski, M. 2000. Modern application of high voltage stimulation for enhanced healing of venous crural ulceration. Medical Engineering & Physics, 22, 647-655.

Franek, A., Taradaj, J., Polak, A., Cierpka, L. & Blaszczak, E. 2006. Efficacy of high voltage stimulation for healing of venous leg ulcers in surgically and conservatively treated patients. Phlebologie, 35.

Goodman, C.C., Fuller, K.S. 2014. Pathology: Implications for the Physical Therapist, 4p. Elsevier.

Health Quality Ontario. 2017. Electrical Stimulation for Pressure Injuries: A Health Technology Assessment . System review pressure ulcers. 2017. Ont Health Technol Assess Ser., 17, 14, 1–106. Viitattu 20.3.2018. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5700239/

Hinchliffe, R.J., Valk, G.D., Apelqvist, J., Armstrong, D.G., Bakker, K., Game, F.L., Hartemann-Heurtier, A., Löndahl, M., Price, P.E., van Houtum, W.H. & Jeffcoate, W.J. 2008. A systematic review of the effectiveness of interventions to enhance the healing of chronic ulcers of the foot in diabetes. Diabetes Metab Res Rev, 24 Suppl 1, S119-44. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18442185

Houghton, P.E. 2017. Electrical stimulation therapy to promote healing of chronic wounds: a review of reviews. Chronic Wound Care Management and Research, 4, 25—44. Viitattu 19.9.2017. https://doi.org/10.2147/CWCMR.S101323

Houghton, P.E. 2013. Clinical Trials Involving Biphasic Pulsed Current, MicroCurrent, and/or Low-Intensity Direct Current. Advances in Wound Care, 3, 2. Viitattu 1.4.2018.

Houghton, P.E., Campbell, K.E., Fraser, C.H., Harris, C., Keast, D.H., Potter, P.J., Hayes, K.C. & Woodbury, M.G. 2010a. Electrical stimulation therapi increases rate of healing of pressure ulcers in community-dwelling people with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil. 91, 5, 669-78 Viitattu 21.9.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20434602

Houghton, P.E., Kincaid, C.B., Lovell, M., Campbell, K.E., Keast, D.H., Woodbury, M.G. & Harris, K.A. 2003. Effect of Electrical Stimulation on Chronic Leg Ulcer Size and Appearance. Physical Therapy. 83, 1, 17-28. Viitattu 15.7.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12495409

Houghton, P.E., Nussbaum, E.L., Hoens, A.M. 2010b. Electrophysical Agents: Contraindications and Precautions: An Evidence-Based Approach to Clinical Decision Making in Physical Therapy. Physical Therapy Canada, 62, 5. Viitattu 22.3.2018. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3031347

Hunckler, J., de Mel, A. 2017. A current affair: electrotherapy in wound healing. Journal of Multidisciplinary Healthcare, 10, 179-194. Viitattu 21.3.2018.

Isseroff, R.R. & Dahle, S.E. 2011. Electrical Stimulation Therapy and Wound Healing: Where Are We Now?. Advances in Wound Care, 1, 6. Viitattu 20.12.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3839020/pdf/wound.2011.0351.pdf

Janković, A. & Binić, I. 2008. Frequency rhythmic electrical modulation system in the treatment of chronic painful leg ulcers. Arch Dermatol Res, 300, 7, 377-83. Viitattu 12.1.2018 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18629524

Junger, M., Arnold, A., Zuder, D & Werner-Stahl H. 2008. Local therapy and treatment costs of chronic, venous leg ulcers with electrical stimulation (Dermapulses): A prospective, placebo controlled, double blind trial. Wound Repair and Regeneration. 16 480–487. Viitattu: 17.6.2017.

Juutilainen, V. & Hietanen, H. 2016. Haavanhoidon periaatteet. Duodecim. 1-3p. 2016. Sanoma pro.

Juutilainen, V. & Vikatmaa, P. 2017. Diabeetikon jalkahaava. Suomen lääkärilehti, 8, 72, 505-511. Viitattu: 27.3.2017.

Kawasaki, L., Mushahwar, V.K., Ho, C., Dukelow, S.P., Chan, L.L. & Chan, K.M. 2014. The mechanisms and evidence of efficacy of electrical stimulation for healing of pressure ulcer: A systematic review. Wound Repair and Regeneration, 22, 161–173.

the Wound Healing Society Viitattu 12.6.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24372691

Kloth, L.C. 2014. Electrical Stimulation Technologies for Wound Healing. Adv Wound Care (New Rochelle), 3,2, 81–90. Viitattu 29.3.2018. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3929255

Koel, G. & Houghton, P.E. 2014. Electrostimulation: Current Status, Strength of Evidence Guidelines, and Meta-Analysis. Advances in wound care, 3, 2, 118–126. Viitattu 17.5.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3928827/

Kaartinen, I., Berg, L. Lagus, H. 2017. Haavanhoitoon kannattaa panostaa. Lääkärilehti, 72, 8, 481. Viitattu 28.12.2017. http://www.laakarilehti.fi/ajassa/paakirjoitukset-tiede/haavanhoitoon-kannattaa-panostaa

Kauranen, K. 2017. Fysioterapeutin käsikirja. Sanoma pro.

Kela. 2018. Sairaanhoitokorvausten taksat: 1.1.2018. Viitattu 3.1.2018. http://www.kela.fi/documents/10180/0/Sairaanhoitokorvausten+taksat+1.1.2018/b589bf0c-ad7e-479d-a407-f27c0f17d230

Khouri, C., Kotzki, S., Roustit, M., Blaise, S., Gueyffier, F., Cracowski, J-L. 2017. Hierarchical evaluation of electrical stimulation protocols for chronic wound healing: An effect size meta-analysis. Wound Repair and Regeneration. Viitattu 6.1.2017. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/wrr.12594/abstract

Kiura, E., Reiman-Möttönen, P. & Mäkelä, M. 2012. Haavanhoito potilaan kotona sairaalan ja kotisairaanhoidon yhteistyönä: Arviointiseloste 3/2012. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Viitattu 22.12.2017.http://www.thl.fi/attachments/Meka/julkaisut/ohtanen/AS_3_2012_Haavanhoito.pdf

Kloth, L.C. 2005. Electrical Stimulation for Wound Healing: A Review of Evidence From In Vitro Studies, Animal Experiments, and Clinical Trials. Lower Extremity Wounds, 4, 1, 23-44.

Korhonen, K. & Lepäntalo, M. 2012. Ongelmahaavojen hoitoketjun kehittäminen tehostaa hoitoa ja tuo säästöjä. Suomen Lääkärilehti 43/2012.

Kuntaliitto. 2018. Fysioterapianimikkeistö. Viitattu 20.3.2018. http://shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/1892fysioterapianimikkeisto.pdf

Kwan, R.L., Cheing, G.L., Vong, S.K., Lo, S.K. 2013. Electrophysical therapy for managing diabetic foot ulcers: a systematic review. Int Wound J. 10, 2, 121-31. Viitattu 12.7.2017 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22958779

Käypähoito 2009. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Diabetesliiton lääkärineuvoston, Suomen Endokrinologiyhdistyksen ja Suomen Ihotautilääkäriyhdistyksen asettama työryhmä. Diabeetikon jalkaongelmat. Julkaistu: 24.06.2009. Viitattu 19.12.2017. http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus?id=hoi50079

Käypähoito 2010. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Verisuonikirurgisen Yhdistyksen asettama työryhmä. Alaraajojen tukkiva valtimotauti. Julkaistu: 12.05.2010. Viitattu 17.12.2017. http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus?id=hoi50083

Käypähoito 2014. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Ihotautilääkäriyhdistyksen asettama työryhmä. Krooninen alaraajahaava. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2014. Julkaistu: 10.03.2014. Tarkastettu syyskuussa 2017. Viitattu 20.12.2017. http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus?id=hoi50058

Käypähoito 2016. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Verisuonikirurgisen Yhdistyksen asettama työryhmä. Alaraajojen laskimovajaatoiminta. Alaraajojen laskimovajaatoiminta. Julkaistu: 15.11.2016. Viitattu 10.12.2017. http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus?id=hoi05030

Lala, D., Spaulding, S.J., Burke, S.M. & Houghton, P.E. 2016. Electrical stimulation therapy for the treatment of pressure ulcers in individuals with spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. Int Wound J, 13, 6, 1214-1226. Viitattu 8.9.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25869151

Lambert, M.I., Burgess, T.L. 2004. Microcurrent therapy and the treatment of soft tissue injury. International SportMed Journal, 5, 2. Viitattu 28.3.2018.

Liu, L.Q., Moody, J., Traynor, M., Dyson, S. & Gall, A. 2014. A systematic review of electrical stimulation for pressure ulcer prevention and treatment in people with spinal cord injuries. The Journal of Spinal Cord Medicine, 37, 6, 703. Viitattu 12.4.2017. http://dx.doi.org/10.1179/2045772314Y.0000000226

Liu, L., Moody, J. & Gall, A. 2016. A Quantitative, Pooled Analysis and Systematic Review of Controlled Trials on the Impact of Electrical Stimulation Settings and Placement on Pressure Ulcer Healing Rates in Persons With Spinal Cord Injuries. Ostomy Wound Manage. 62, 7, 16-34. Viitattu 12.7.2017 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27428563

Magee, D., Zachazewski, J., Quillen, W. & Manske, R. 2015. Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation. 2p. Elsevier.

Magnoni, C., Rossi, E., Fiorentini, C., Baggio, A., Ferrari, B. & Alberto, G. 2013. Electrical stimulation as adjuvant treatment for chronic leg ulcers of different aetiology: an RCT. J Wound Care, 10, 525-6, 528-33. Viitattu 22.12.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24142074

McCulloch, J. & Kloth, L.C. 2010. Wound Healing. Evidence-Based Management (Contemporary Perspectives in Rehabilitation). 4e. F.A. Davis Company.

Nicolas, B., Moiziard, A.S., Barrois, B., Colin, D., Michel, J.M., Passadori, Y & Ribinik, P. 2012. Which medical devices and/or local drug shouldbe curatively used, as of 2012, for PU patients? How can granulation and epidermidalization be promoted? Developing French guidelines for clinical practice. Ann Phys Rehabil Med., 55, 7, 489–497. Viitattu 26.12.2017.

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065712012250?via%3Dihub

Paajanen, H., Rantala, A. 2016. Kirurginen haavainfektio - kurjaa potilaalle, kallista yhteiskunnalle. Duodecim, 132, 604–5. Viitattu 25.12.2017 http://www.http://www.duodecimlehti.fi/api/pdf/duo13061

Peters, E.J., Lavery, L.A., Armstrong, D.G. & Fleischli, J.G. 2001. Electric Stimulation as an Adjunct to Heal Diabetic Foot Ulcers: A Randomized Clinical Trial. Arch Phys Med Rehabil, 82, 721-5. Viitattu 22.3.2018. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000399930167905X

Petrilli, C. 2018. Frems laitteiden kliininen käyttö. Sähköpostiviesti 30.3-1.4.2018. Vastaanottaja L. Ojanen. Laitevalmistajan/myyjän edustajan ohjeet Aptiva Ballet/Aptiva 4 FREMS hoitolaitteiden käytölle kliinisessä työssä.

Polak, A., Franek, A. & Taradaj, J. 2013. High-Voltage Pulsed Current Electrical Stimulation in Wound Treatment. Advances in wound care, 3, 2. Viitattu 14.6.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmid/24761351

Polak, A., Kloth, L.C., Blaszczak, E., Taradaj, J., Nawrat-Szoltysik, A., Ickowicz, T., Hordynska, E., Franek, A. & Kucio, C. 2017. The Efficacy of Pressure Ulcer Treatment With Cathodal and Cathodal-Anodal High-Voltage Monophasic Pulsed Current: A Prospective, Randomized, Controlled Clinical Trial. Phys Ther, 97, 8, 777-789. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28789467

Polak, A., Kloth, L.C., Blaszczak, E., Taradaj, J., Nawrat-Szoltysik, A., Walczak, A., Bialek, L., Paczula, M., Franek, A. & Kucio, C. 2016. Evaluation of the Healing Progress of Pressure Ulcers Treated with Cathodal High-Voltage Monophasic Pulsed Current: Results of a Prospective, Double-blind, Randomized Clinical Trial. Adv Skin Wound Care, 29, 10, 447-59. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27632442

Reddy, M., Gill, S.S., Kalkar, S.R., Wu, W., Anderson, P.J. & Rochon, P.A. 2008. Treatment of pressure ulcers: a systematic review. JAMA, 300, 22, 2647-62. Viitattu 8.9.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19066385

Regan, M.A., Teasell, R.W., Wolfe, D.L., Keast, D., Mortenson, W.B., Aubut, J.A. & Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence Research Team. 2009. A systematic review of therapeutic interventions for pressure ulcers after spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil, 90, 2, 213-31. Viitattu 10.9.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19236976

Robertson, V., Ward, A., Low, J. & Reed, A. E. 2006. Electrotherapy Explained: Principles and Practice. 4. p. Elsevier

Santamato, A., Panza, F., Fortunato, F., Portincasa, A., Frisardi, V., Cassatella, G., Valente, M., Seripa, D., Ranieri, M. & Fiore, P. 2012. Effectiveness of the frequency rhythmic electrical modulation system for the treatment of chronic and painful venous leg ulcers in older adults. Rejuvenation Res, 15, 3, 281-7 Viitattu 8.1.2018. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22676330

Shea, B.J., Grimshaw J.M. Wells, G.A., Boers, M., Andersson, M., Hamel, C., Porter, A.C., Tugwell, P., Moher, D., Bouter, L.M. 2007a. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. BMC

Medical Research Methodology, 7, 10. Viitattu 1.4.2018. https://bmcmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2288-7-10

Shea, B.J., Grimshaw J.M. Wells, G.A., Boers, M., Andersson, M., Hamel, C., Porter, A.C., Tugwell, P., Moher, D., Bouter, L.M. 2007b. AMSTAR Guideline. BMC Medical Research Methodology, 7, 10. https://amstar.ca/docs/AMSTARguideline.pdf

Smith, M.E., Totten, A., Hickam, D.H., Fu, R., Wasson, N., Rahman, B., Motu'apuaka, M. & Saha, S. 2013. Pressure Ulcer Treatment Strategies A Systematic Comparative Effectiveness Review. Annals of Internal Medicine, 159, 1, 39-50. Viitattu: 17.6.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23817703

Soppi, E. 2010. Painehaava – esiintyminen, patofysiologia ja ehkäisy. Duodecim, 126, 261–8. Viitattu 29.12.2017. http://www.duodecimlehti.fi/api/pdf/duo98591

Soppi, E. 2014a. Ehkäise painehaavojen syntyminen. Suomen lääkärilehti 46, 69, 3038. Viitattu 1.4.2018. www.laakarilehti.fi/ajassa/paakirjoitukset/ehkaise-painehaavojen-syntyminen

Soppi, E. 2014b. Painehaavojen ehkäisyyn pitää panostaa. Potilaan lääkärilehti. Viitattu 22.12.2017. www.potilaanlaakarilehti.fi/kommentit/painehaavojen-ehkaisyyn-pitaa-panostaa

Stolt, Minna. 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turun yliopisto.

Suhonen, R., Axelin, A., Stolt, M. 2016. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Julkaisussa Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turun yliopisto. 2. korjattu p.

Sulosaari, V., Kajander-Unkuri, S. 2016. Integroitu kirjallisuuskatsaus. Julkaisussa Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turun yliopisto. 2. korjattu p.

Suomen Fysioterapeutit. 2016. Fysioterapeutin ydinosaaminen. Viitattu 10.12.2017. http://www.suomenfysioterapeutit.fi/ydinosaaminen/FysioterapeutinYdinosaaminen.pdf

Suomen Verisuonikirurgisen yhdistyksen asettama työryhmä. Tuuliranta, M., Aittola, V., Kunnamo, I., Mustonen, P., Roth, W-D., Saarinen, J., Lehtola, A., Vaalasti, A. 2003. Lääketieteellinen Aikakausikirja Duodecim, 119, 6, 560-572. Viitattu 27.12.2017. www.duodecimlehti.fi/lehti/2003/6/duo93484

Taradaj. J., Franek, A., Cierpka, L., Brzezinska-Wcislo, L., Blaszczak, E., Polak, A., Chmielewska, D., Krol, P., Dolibog, P. & Kucio, C. 2010. Early and long-term results of physical methods in the treatment of venous leg ulcers: randomized controlloed trial. Phlebology, 26, 237-245. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21478141

Thakral, G., LaFontaine, J., Najafi, B., Talal, T.K., Kim, P., Lavery & L.A. 2013. Electrical stimulation to accelerate wound healing. Diabetic Foot Ankle, 4. Viitattu 20.12.2017. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3776323

U.S. Food and Drug Administration. 2017. Medical Devices > Electronic Muscle Stimulators. Päivitetty: 17.12.2017. Viitattu 24.12.2017. https://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/HomeHealthandConsumer/ConsumerProducts/ucm142478.htm

Vélez-Díaz-Pallarés, M., Lozano-Montoya, I., Abraha, I., Cherubini, A., Soiza, R.L., O'Mahony, D., Montero-Errasquín, B. & Cruz-Jentoft, A.J. 2015. Nonpharmacologic interventions to heal pressure ulcers in older patients: an overview of systematic reviews (The SENATOR-ONTOP Series). J Am Med Dir Assoc, 16, 6, 448-69.Viitattu 10.2.2018. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25737261

Venermo & Albäck. 2016. Toim. Riikka Tulamo. Verisuonikirurgian käsikirja: HYKS:n verisuonikirurgian hoitosuositus 2016. Viitattu 27.12.2017. https://verisuonikirurgit.yhdistysavain.fi/@Bin/181162/Verisuonikirurgian+k%C3%A4sikirja+2016_2.pdf

VSSHP 2015. Tyks tehostaa kroonisten haavojen hoitoa. Viitattu 28.12.2017. www.vsshp.fi/fi/sairaanhoitopiiri/media-tiedotteet-viestinta/tiedotteet/Sivut/Tyks-tehostaa-kroonisten-haavojen-hoitoa.aspx

Watson, T. 2008. Electrotherapy : Evidence-Based Practice. 12. p. Cuhrchill Livingstone.

Watson, T. 2017. ElectroPhysical Framework. Viitattu 31.12.2017. http://www.electrotherapy.org/electrophysical-framework

Watson, T. N.d. a. High Voltage Pulsed Current. Viitattu 27.3.2018. http://www.electrotherapy.org/modality/high-voltage-pulsed-current-hvpc

Watson, T. N.d. b Contraindications. Artikkeli electrotherapy.org sivustolla. Viitattu 17.1.2018. http://www.electrotherapy.org/contraindications?highlight=canadian

WCPT (World Confederation for Physical Therapy. 2011. WCPT guideline for physical therapist professional entry level education. Viitattu 3.1.2018. http://www.wcpt.org/sites/wcpt.org/files/files/Guideline_PTEducation_complete.pdf

Zhang, Q., Yue, J., Sun, Z. 2014. Electroacupuncture for pressure ulcer: a study protocol for a randomized controlled pilot trial. Trials, 15, 7. Viitattu 30.3.2018. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3896833

Liitteet

Liite 1. HVPC Hoito-ohje

	Asetukset
Aaltomuoto	High Voltage Pulsed Current (HVPC)
Polaarisuus	1) Negatiivinen (Houghton ym. 2003, Polak ym. 2016; Polak 2017) tai 2) Aluksi negatiivinen 1-3 viikkoa granulaation muodostumiselle, jonka jälkeen positiivinen (Franek 2012) tai 3) Aluksi negatiivinen ja vaihdellen viikoittain hoitojakson ajan (Houghton 2010)
Hoitosykli	Jatkuva
Frekvenssi	100 Hz / pps
Pulssiduraatio	100 µs (mikrosekuntia) tai (154µs, Polak ym. 2016, Polak ym. 2017)
Amplitudi	100-150 volttia (V). Sensorisen tason alapuolella.
Hoidon kesto	50-60 minuuttia / viitenä päivänä viikossa
Elektrodien asettelu	Hoitava elektrodi asetettuna haavalle. Hajottava elektrodi (dispersiivinen) lähialueelle 15-20 cm päähän.
Elektrodikoko	Hoitoelektrodi (5x10cm) asetettuna aseptiseen kosteaan sidetaitokseen

Lähteet: Virtamäärä: Kloth 1988 Griffin 1991, Franek 2000, Franek 2006, Polak 2000, Franek 2006, Franek 2012, Polak 2013, Polak 2016. Hoidon kokonaiskesto: Ahmad 2008, Polak 2012, Franek 2006. Hoidonaika: Griffin, Franek 2000, Kloth 1988, Franek 2012, Polak 2013, Polak 2016

Liite 2. AMSTAR – measurement tool

1. Oliko tutkimuskysymys ja sisäänottokriteerit määritelty ennen tutkimuksen tekoa?
2. Arvioiko artikkelien valinnan ja tiedonkeruun vähintään kaksi henkilöä
3. tehtiinkö tutkimusta varten riittävän kattava kirjallisuushaku
4. Huomioitiinko tutkimuksessa myös julkaisematon materiaali (harmaa kirjallisuus)?
5. Oliko mukaanotettujen ja poissuljettujen tutkimusten lista saatavilla julkaisun yhteydessä?
6. Oliko mukaanotettujen tutkimusten sisältämät erityispiirteet kuvattu (vaihtelut tutkittavien tutkimusten välillä esim. ikä, sukupuoli, jne.)?
7. Oliko mukaanotettujen tutkimusten laadua arvioitu ja dokumentoitu?
8. Huomioitiinko mukaanotetettujen tutkimusten tulosten raportoinnissa tutkimusten laatua tarpeeksi?
9. Olivatko tutkimusten löydöksien yhteenvetotapa tehty asiallisesti?
10. Arvioitiinko tutkimusten mahdollista puoleellisuutta?
11. Mainittiinko tutkimuksessa tekijöiden mahdolliset eturistiriidat?

(Shea, Grimshaw, Wells, Boers, Andersson, Hamel, Porter, Tugwell, Moher, Bouter 2007b)

Liite 3. Pedro Scale

	Pedro (2016)	Frenwell (2011)	Hoogeboom (2013)	Ahmed (2006)	Houghton (2003)	Frenwell (2006)
TUTKIMUSTIEDOT						
Pitkittäistutkimus	49	59	34	60	27	79
Hoitoryhmä	20	28	16	3 x 15	14	30
Kontrolliryhmä	24	24	18	30	13	32 & 16
Kokonaisotoskoko	44	52	34	90	27	62
Keskiikä (iät/iät ryhm)		70.00		39.42	66.30	
Intervention kestoa			8 kk	1	12(J Aug 2011)	
Kuntoutusmenetelmä	kuntoilulla	kotona	kuntoilulla	kuntoilulla	kuntoilulla	kotona/kotona/kotona
PUNTARIT	**Puntarit**	**Puntarit**	**Puntarit**	**Puntarit**	**Lattian pin**	**Lattian**
MÄÄRÄTYSKLAATIO						
Satunnaistettu koko	**HVPC**	**HVPC**	**HVPC**	**HVPC**	**HVPC**	**HVPC**
Potilaslukumäärä	100 pot	100 pot	30 pot	75 pot	100 pot	100 pot
Potilaslaatu	100 kl	100 kl	18-100 kl	120 kl	100 kl	100 kl
Ajoitetut	100 V	100 V	30-100V	180-270	100 V	100 V
Sokkoutettu						
Potilaslähtö	Satunnäis	Satunnäis	Satunnäis	Satunnäis	Satunnäis	Satunnäis
Potilaslähtö	Reg	Reg 3 kk + paraleiliset	Vaiheittäin + paraleiliset	Reg 3pv + paraleiliset	Reg	Reg 3 12 kk + paraleiliset
Ostoviittaujat	Ei tietoa	Lattian	4 5kk 6 2vrk	Ratanäs kanssa	Ratanäs	Ratanäs kanssa
Ostoviittaujat		carbon	jäähdytät	ratanäs	2L/minuutti	carbon
Ostoviittaujat ulkoinen	sähkösähkö	sähkö lähtö	lamahdäkäs	sähkösähkö	kotona sähkö	sähkö lähtö
Hoitoryhmä						
Hoitoryhmä (Odotusaikaisto + SYPC PeKi) (%)	20.00 27%	28.00 9%	16 19.0%	40 62.50%	14 44.2%	33 59.0%
Kontrolliryhmä (SYPC + Ipanemäkä PeKi) (%)	24 54.00%	24 44.40%	18 36.0%	30 20.50%	13 18.2 %	32 24 73% ka 24.70%
HOIDON KESTO						
Hoitoaika	30 min	30 min	6 h	45-90 120min	45 min	30 min
Hoitoaikaisä viikoittain	5pv / vk	5pv / vk	5pv / vk	5pv / vk	2 pv / vk	5 pv / vk
Hoidon kokonaiskesto	6 vk	6 vk	12 vk	5 vk	4 vk	7 vk

1. Mukaanottokriteerit on tarkennettu (ei pistettä)

2. Tutkittavat jaettiin satunnaisesti ryhmiin

3. Tutkittavan tutkimusryhmä oli kätketty tutkimukseen henkilön mukaan ottavalta taholta

4. Tutkimusryhmät olivat tutkimuksen alussa yhtäläiset

5. Tutkittavat olivat sokkoutettuja annetulle hoidolle

6. Hoitoa toteuttavat terapeutit olivat sokkoutettuja annetulle hoidolle

7. Tutkimuksen tuloksia mittaavat arvioijat olivat sokkoutettuja vähintään yhden tutkimustuloksen osalta

8. Tutkimuksen alusta mukana olleilta tutkittavilta yli 85%:lta saatiin mitattua vähintään yksi tutkimustulos

9. Niiden tutkittavien osalta, joilla tutkimustuloksia mitattiin, saivat hoitoa kohdennetun ryhmän mukaisesti tai mikäli niin ei ollut ainakin yhtä tutkimustulosta analysoitiin hoidon mukaisesti (intention to treat)

10. Ryhmien välinen tilastollinen vertailu on raportoitu ainakin yhden tutkimustuloksen osalta

11. Pistemittaus ja variabiliteetti mittaus on tehty vähintään yhden tutkimustuloksen osalta

(PEDro scale)

Liite 4. Lyhenteet

AC (Alternating Current) = vaihtovirta

ABI (Ankle Brachial Index) = nilkka-olkavarsipainesuhde

ALU (Arterial Leg Ulcer) = verenkiertoperäinen alaraajahaava

ASO (Atherosclerosis Obliterans) = tukkiva valtimotauti

AsymBiPC (Asymmetric Biphasic Pulsed Current) = asymmetrinen bifaasinen pulsoitu virta

CI (Confidence Interval) = luottamusväli

DC (Direct Current) = tasavirta

DFU (Diabetic Foot Ulcer) = diabeettinen jalkahaava

DVT (Deep Vein Thrombosis) = syvä laskimotromboosi

ECM Extra Cellular Matrix) = solunulkoinen matriisi

EMS (Electrical Muscle Stimulation) = sähköinen lihas-stimulaatio

ESTR (Electrical Stimulation for Tissue Repair) = kudoksia korjaava sähköstimulaatio

FES (Functional Electrical Stimulation) = toiminnallinen sähköstimulaatio

HVBPC (High Voltage Biphasic Pulsed Current) = bifaasinen pulsoitu korkeajännite-virta

HVPC (High Voltage Pulsed Current) = pulsoitu korkeajännitevirta

LIC (Low Intesity Current)

LIDC (Low Intensity Direct Current)

LVMPC (Low Voltage Monophasic Pulsed Current) = monofaasinen pulsoitu pienjän-nitevirta

MC (Microcurrent) = mikrovirta

MMP Matrix Metalloproteinase) = matriisin metalloproteinaasi

MPC (Monophasic Pulsed Current) = monofaasinen pulsoitu virta

NMES (Neuromuscular Electrical Stimulation) = neuromuskulaarinen sähköstimulaa-tio

PAD (Peripheral Arterial Disease) = ääreisvaltimotauti

PAR (Perecent Area Reduction) = haavakoon prosentuaalinen pieneminen

PENS (Percutaneous Electrical Nerve Stimulation) = perkutaaninen sähköinen hermostimulaatio

PU (Pressure Ulcer) = painehaava

PICO (Population, Intervention, Comparators, Outcomes)

ROS (Reactive Oxygen Species) = reaktiivinen happilaji

SWC (Standard Wound Care) = perinteiset haavanhoitomenetelmät

SymBiPC (Symmetric Biphasic Pulsed Current) = symmetrinen bifaasinen pulsoitu

TENS (Transcutanic Electrical Nerve Stimulation) = transkutaaninen sähköinen hermostimulaatio

VLU (Venous Leg Ulcer) = laskimoperäinen alaraajahaava

WCPT (World Confederation for Physical Therapy) = maailman fysioterapian järjestö

WSA (Wound Surface Area) = haava pinta-ala

µs = mikrosekunti, mA = milliampeeri, PPS (Pulses Per Second) = pulssia sekunnissa