

Sääriluun avomurtumien kielekerekonstruktiot Töölön sairaalassa vuosina 2009-2017

Emilia Kangas

Lääketieteen kandidaatti

Helsingin yliopisto, lääketieteellinen tiedekunta

Helsinki 26.2.2020

Tutkielma

emilia.kangas@helsinki.fi

Ohjaajat: Ian Barner-Rasmussen LT, Juho Salo LL

HELSINGIN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty Lääketieteellinen tiedekunta		Laitos – Institution – Department Helsingin yliopisto	
Tekijä – Författare – Author Emilia Kangas			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Sääriluun avomurtumien kielekerekonstruktio Töölön sairaalassa vuosina 2009-2017			
Oppiaine – Läroämne – Subject Lääketiede			
Työn laji – Arbetets art – Level Syventävien opintojen tutkielma	Aika – Datum – Month and year 2/2020	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 32	
Tiivistelmä – Referat – Abstract <p>Sääriluun avomurtuma on vaikea vamma, jonka hoitomahdollisuudet ovat lisääntyneet erilaisten kielekekorjausten kehityksen myötä. Kielekkeellä tarkoitetaan verisuonitettua kudossiirrettä, jonka avulla voidaan peittää kudospuutos.</p> <p>Tutkimuksen tarkoituksena on raportoida ja analysoida kielekekorjausten käyttöä sekä onnistumista avosäärimurtumapotilaiden hoidossa HUS Töölön sairaalassa. Retrospektiiviseen potilasasiakirjatutkimukseen sisällytettiin kaikki (n=79) vuosina 2009-2017 hoidetut potilaat.</p> <p>Potilaista miehiä oli 57 ja naisia 22. Potilaiden iän mediaani oli 42 vuotta, ja useimmilla heistä ei ollut pitkäaikaissairauksia. Avomurtumien vakavuus arvioitiin Gustilo-luokituksen mukaisesti. Murtuma hoidettiin definitiivisesti levytyksellä, ydinnalauksella tai ulkoisella fiksaattorilla. Primaarisia kielekkeitä tehtiin 84 kappaletta, ja näistä paikallisia kielekkeitä oli 46 ja mikrovaskulaarisia kielekkeitä 38. Paikallisista kielekkeistä käytetyimmät olivat soleus ja gastrocnemius, mikrovaskulaarisista taas latissimus dorsi ja ALT.</p> <p>Potilaista 74 sai Clavien-Dindon luokitukseen perustuen komplikaation. Vaikeisiin komplikaatioihin (Clavien-Dindo \geq IIIb) johti tilastollisesti merkitsevästi todennäköisemmin vamman korkea Gustilo-luokka ja mikrovaskulaarinen kieleke. Yleisin komplikaatio oli kielekkeellä peitetyn vamma-alueen infektio, jonka sai 51 potilasta. Primaarikielekkeen osittaisen tai täydellisen menetyksen takia tehtiin sekundaarinen pehmytkudospeitto 23 potilaalle joko ihonsiirrolla, tai uudella paikallisella tai mikrovaskulaarisella kielekkeellä. Paikallisista kielekkeistä 72% ja mikrovaskulaarisista 74% onnistui ilman sekundaarisia pehmytkudospeittotoimenpiteitä. Osteomyeliitti todettiin kahdeksalla potilaalla. Sääriamputaatio tehtiin kahdelle potilaalle. Yksi potilaista kuoli primaarivammojensa vuoksi. Luutumattomuus todettiin 30 potilaalla, joista 26 joutui uusintaleikkaukseen.</p> <p>Sääriavomurtumien kielekekorjaukset ovat haastavia ja komplikaatioherkkiä toimenpiteitä, joiden avulla raaja saadaan kuitenkin yleensä pelastettua. Hoitopäätöksiä tehdessä tulee huomioida potilaan aiempi terveydentila ja vamman laatu, sillä ne vaikuttavat merkittävästi saavutettavaan lopputulokseen. (219 sanaa)</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Tibial Fractures; Reconstructive Surgery; Surgical Flaps; Pedicled Flap, Free Tissue Flaps			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Terkko, Helda			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

1 Johdanto.....	1
2 Kirjallisuuskatsaus.....	2
2.1 Säären avomurtumien etiologia ja luokittelu.....	2
2.2 Säären avomurtuman hoitoprotokolla.....	2
2.3 Säärimurtuman kiinnitys.....	4
2.4 Säären pehmytkudosten rekonstruktio.....	4
2.5 Komplikaatiot.....	9
3 Tutkimuksen tavoitteet.....	11
4 Tutkimusaineisto ja menetelmät.....	11
5 Tulokset.....	13
5.1 Potilaiden demografiset tiedot.....	13
5.2 Vammat.....	13
5.3 Hoito.....	14
5.4 Komplikaatiot.....	15
6 Pohdinta.....	19
Lähdeluettelo.....	26
Liite: Koontitaulukot keskeisimmistä tutkimustuloksista.....	30

1 Johdanto

Sääriluun varren murtuman ilmaantuvuus Suomessa oli 13,5 tapausta 100 000 henkilövuotta kohden vuonna 2014 (1). Neljännes säärimurtumista on avomurtumia (2), eli vuosittain näitä vammoja syntyy Suomessa noin 150 – 200. Avomurtumalla tarkoitetaan luunmurtumaa, johon liittyy murtuma-alueella oleva haava, josta on yhteys luuhun. Säären alueella avomurtumat ovat yleisiä, sillä iso osa tibiaa sijaitsee subkutaanisti, jolloin luu paljastuu helposti ohuen pehmytkudoksen vahingoittuessa (3).

Kielekkeellä (engl. *flap*) tarkoitetaan verisuonitettua kudossiirrettä, jonka avulla voidaan peittää potilaalle syntynyt kudospuutos. Siirrettävää kudosta, jolla ei ole omaa verenkiertoa, kutsutaan puolestaan siirteeksi (esimerkiksi ihonsiirre, engl. *graft*). Kielekerekonstruktioiden kehittyminen on mahdollistanut monien aiemmin hoidon ulkopuolelle rajattujen vammojen ja sairauksien hoidon, ja niiden avulla voidaan usein välttää esimerkiksi vammautuneen raajan amputaatio. Yleisimpiä syitä kielekerekonstruktioille ovat tapaturmien, vaikeiden haavojen sekä infekti- ja syöpähoitojen aiheuttamien kudospuutosten korjaukset. Ideaalinen rekonstruktio korvaa puuttuvat kudokset mahdollisimman samankaltaisella kudoksella, eli lihaspuutos pyritään korjaamaan lihaksella, ihopuutos iholla jne. Mikäli sopivaa kielekettä ei löydy paikallisesti puutosalueen vierestä, voidaan kieleke ottaa myös muualta potilaan kehosta ja yhdistää kohdealueen verisuoniin mikrokirurgista tekniikkaa käyttäen. (3,4)

Tässä tutkielmassa tarkastellaan kielekerekonstruktion saaneiden säären avomurtumapotilaiden hoitoa ja hoidon onnistumista Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin (HUS) Töölön sairaalassa. Kirjallisuuskatsaus perehdyttää lukijan säären avomurtumien hoitokäytäntöihin ja kielekekirurgiaan sekä yleisimpiin hoitokomplikaatioihin, ja kartoittaa aiheesta aiemmin tehtyä tutkimusta. Tutkimuksen tavoitteet- ja Tutkimusaineisto ja menetelmät -kappaleet tarkentavat tutkielman tarkoitusta ja käytettyjä metodeja, ja Tulokset-kappaleessa esitellään tätä tutkimusta varten kerätystä potilasaineistosta saadut tulokset. Erityistä huomiota on kiinnitetty hoitokomplikaatioiden kattavaan raportointiin. Lopuksi saavutetut tulokset ja tehdyt havainnot asetetaan kontekstiin aiheesta jo olemassa olevan tieteellisen tutkimustiedon

kanssa kappaleessa Pohdinta. Tämän tutkimuksen tulokset on esitetty myös Operatiivisilla päivillä 14.11.2019.

2 Kirjallisuuskatsaus

2.1 Säären avomurtumien etiologia ja luokittelu

Säären avomurtuma vaatii syntyäkseen suuren vammaenergian. Saksassa tehdyn kohorttitutkimuksen (5) mukaan sääriluun avomurtumien syynä ovat yleisimmin moottoriajoneuvo-onnettomuudet, joissa erityisesti moottoripyöräilijät ovat suuressa riskissä, sekä putoamiset ja jalankulkijoiden liikenneonnettomuudet. Säären avomurtumapotilaat ovat usein myös monivamma potilaita. Gustilo ja Anderson ovat kehittäneet avomurtumien vakavuuden luokittelujärjestelmän (taulukko 1), jonka mukaan raajan ennuste huononee ja komplikaatiot lisääntyvät progressiivisesti (6,7). Vaikka useita muitakin avomurtumien luokittelujärjestelmiä on kehitetty kirurgeja varten, on Gustilo-luokitus edelleen laajalti kliinisessä käytössä traumaattisten avomurtumavammojen vakavuuden arvioinnissa.

Luokka I	Pieni vammaenergia, alle 1 cm ihovaurio luupiikin tai –reunan aiheuttamana
Luokka II	Yli 1 cm ihovaurio ja pehmytkudoksen ruhjevamma
Luokka III	Suurienergiainen vamma ja laaja pehmytkudosvamma
Luokka IIIA	Laaja pehmytkudospuutos, mutta luu ei ole paljastunut laajalti
Luokka IIIB	Laaja pehmytkudospuutos, luukalvon irtoaminen ja luu on paljastunut laajalti
Luokka IIIC	Murtumaan liittyy korjausta vaativa verisuonivamma

Taulukko 1. Gustilo-luokitus avomurtumille

2.2 Säären avomurtuman hoitoprotokolla

Alaraajan vaikea avomurtuma on kirurginen hätätilanne, joka tulee hoitaa päivystyksellisesti. Raajan hermotoiminnot ja verenkierron tila tutkitaan. Raajasta otetaan murtuman arviointia varten natiiviröntgenkuvat kahdessa suunnassa ja/tai TT-tutkimus. Epäiltäessä verisuonivammaa verenkierron tila voidaan selvittää doppler-tutkimuksella tai angiografialla (8).

Ensimmäisessä eli primaarileikkauksessa suoritetaan haavan laaja ja huolellinen revisio, jossa poistetaan kaikki elinkelvottomat kudokset ja huuhdellaan haava. Kontaminoituneista haavoista otetaan bakteeriviljely. Faskiotomiat eli säären lihaskalvojen avaukset tehdään herkästi aitiopaineoireyhtymän kehittymisen ehkäisemiseksi. (9) Murtuma stabiloidaan välittömästi (8). Murtuman kiinnitys tulisi tehdä aiheuttaen mahdollisimman vähän lisävahinkoa, sillä verenkierto raajassa saattaa olla vaarantunut trauman johdosta (10). Mahdollisen verisuonivamman hoito tapahtuu yleensä murtuman stabiloinnin jälkeen. Murtuman paikalleenasettaminen eli reduktio voi jopa korjata suonten puristumisen tai spasmin aiheuttaman iskemiatilanteen raajassa. Toisaalta, jo tehty verisuonikorjaus voi vaurioitua, mikäli murtumaa ei ole kiinnitetty. (11) Kaikille avosäärimurtumapotilaille aloitetaan varhainen laskimonsisäinen antibioottihoito infektioiden vähentämiseksi ja varmistetaan jäykkäkouristusrokotteen voimassaolo (8).

Haavaa ei primaarivaiheessa usein suljeta etenevän turvotuksen takia, vaan tilanne tarkistetaan sidevaihtojen yhteydessä edeten tarvittaessa uusintarevisioihin. Kotimainen oppikirjallisuus suosittelee pehmytkudospeiton tekemistä 5 – 7 vrk kuluttua vammasta, käyttäen välivaiheen haavanhoitona verenkiertoa vilkastuttavaa alipaineimuhoitoa. (9) Alipaineimuhoidon lisääntyvän käytön onkin todettu korreloivan varhain (< 7 vrk) tehtyjen kielekerekonstruktioiden vähenemisen kanssa (12). Toisaalta on esitetty, että pehmytkudospeitto tulisi tehdä 72 tunnin kuluessa vammasta optimaalisten tulosten saavuttamiseksi murtuman paranemisen sekä komplikaatioiden vähentämisen suhteen (13,14). Samassa leikkauksessa välittömästi suoritettuna murtuman fiksaation ja pehmytkudospeiton on todettu myös vähentävän infektioiden esiintymistä Gustilon luokan III sääriavomurtumissa (15). Kielekerekonstruktion optimaalinen ajankohta onkin yhä tieteellisen keskustelun alla.

Sääriluun mahdollisten luupuutosten korjaaminen suoritetaan usein vasta pehmytkudosten parannuttua noin 4 – 8 viikon kuluttua (8). Hoitovaihtoehtoina ovat hohkaluusiirre pieniin luupuutoksiin, metafysialueella suoliluun harjanteen siirre, diafysialueella luunsiirre fibulasta, Ilizarovin asteittainen luunpidennystekniikka (4) sekä niin metafysi- kuin diafysialueella käytetty Masquelet'n kaksivaiheinen tekniikka, jossa luupuutos täytetään ensin antibioottisementtitäytteellä ja myöhemmin korvataan hohkaluusiirteellä (8,16).

2.3 Säärimurtuman kiinnitys

Murtuman kiinnityksen tavoitteena on murtuman luutumisen parhaaseen mahdolliseen anatomiseen asentoon ja raajan funktion palautus (10). Sääriluun avomurtumien hoitona voidaan käyttää joko sisäistä fiksaatiota levyllä tai ydinnaulauksella, tai ulkoista kiinnityslaitetta eli eksternifiksaattoria. Levykiinnitys soveltuu lähinnä vain hyvin proksimaalisiin tai distaalisiin pienienergiaisiin säärimurtumiin. Lisäksi levykiinnitystä harkitaan, jos mukana on niveleen ulottuva murtuma, tai jos tibian lisäksi myös fibula on murtunut distaalisesti. (8) Levyfiksoinnin käyttö kuitenkin vaatii pehmytkudosten ja erityisesti luukalvon eli periostin manipulaatiota, mikä lisää haavakomplikaatioiden ja infektioiden määrää (10). Ydinnaulaus on dislokoituneiden diafyysialueen säärimurtumien perushoitomenetelmä. Sitä käytetään ensisijaisena hoitona tyyppin I, II ja IIIA, sekä yksilöllisen harkinnan mukaan myös vaikeammassa avomurtumissa. (8) Ydinnaulauksesta saatava tuki ei kuitenkaan välttämättä ole riittävä proksimaalisissa tai distaalisissa tibian murtumissa – tällöin ydinnaulaukseen voidaan yhdistää lisäksi kiinnitys levyllä ja/tai lukkoruuveilla (10). Avomurtuman hoitoon käytetään ulkoista fiksaattoria, mikäli murtuma on pahoin kontaminoitunut tai siihen liittyy vaikea pehmytkudosvamma (tyyppi IIIB), raajan selviäminen on epävarmaa esimerkiksi verisuonivamman takia (tyyppi IIIC) tai tarvitaan murtuman väliaikaista nopeaa kiinnitystä vakavasti loukkaantuneella monivammapotilaalla. Tällöinkin murtuma hoidetaan usein lopullisesti sisäisellä kiinnityksellä pehmytkudostilanteen rauhoituttua. Ulkoinen kiinnitys voidaan toteuttaa ulkoisella fiksaattorilla, joita ovat ruuvifiksaattori ja sirkulaarinen lankafiksaattori (Ilizarov). (8) Näihin eksternifiksaattoreihin liittyy kuitenkin sisäisiä kiinnitysmenetelmiä enemmän komplikaatioita, kuten ruuvikohtien infektoituminen, hidastuneen luutumisen ja luutumattomuuden ongelmat, nivelten jäykistyminen sekä potilaiden heikompi hoitomyöntyvyys (10).

2.4 Säären pehmytkudosten rekonstruktio

Avosäärimurtuman haavan sulkua ja/tai pehmytkudosten rekonstruktio voidaan tehdä suoralla sululla, vapaalla ihonsiirteellä, paikallisella kielekkeellä, varrellisella kielekkeellä tai vapaalla mikrovaskulaarisella kielekkeellä. Haavan suora sulkua ei yleensä onnistu ilman kiristystä kudosten turvotuksen ja mahdollisen ihopuutoksen takia. (17)

2.4.1 Ihonsiirteet

Ihonsiirteet voivat olla joko koko ihon paksuuden käsittäviä kokoihonsiirteitä, joilla yleensä peitetään pieniä ja esteettiseltä lopputulokseltaan merkittäviä defektejä esim. kasvoissa, tai ohuempia osaihonsiirteitä, joilla voidaan peittää laajempia alueita. Osaihonsiirteitä voi myös rei'ittää eli ”meshata”, jolloin niiden peittopinta-alaa saadaan laajennettua entisestään, mutta tuolloin esteettinen lopputulos jää heikommaksi. (3) Vapaa osaihonsiirto soveltuu käytettäväksi, mikäli pohjana on lihaskalvo eli faskia, rasva tai lihas, mutta ihonsiirre ei tartu suoraan luun, ruston tai jänteen päälle. (17) Säären avomurtumien yhteydessä joudutaankin usein turvautumaan erilaisiin kielekekorjauksiin.

2.4.2 Paikalliset kielekkeet

Paikallisilla faskiokutaanisilla kielekkeillä, kuten transpositio-, rotaatio- ja liukukielekkeillä, voidaan korjata pieniä ja kielekkeen välittömässä läheisyydessä sijaitsevia kudospuutoksia. Niiden verisuonitus on yleensä satunnainen, mikä rajoittaa kielekkeen kokoa. (3) Kieleke siirretään peittämään puutoskohtaa, ja ottokohta voidaan sulkea suoraan tai vapaalla ihosiirteellä. (9) Näitä paikallisia kielekkeitä on monia erilaisia, ja niillä kaikilla on omat soveltuvuuskohteensa.

Paikalliset varrelliset eli pedikulaariset kielekkeet voivat olla joko faskiokutaanisia kielekkeitä tai lihaskielekkeitä. Pedikkeliksi kutsutaan kielekettä ruokkivaa verisuonikimppua, jonka määrittämän rotaatiokaaren varassa kieleke voidaan siirtää peittämään puutosaluetta. Lihaskielekkeiden käyttö perustuu lihasten verenkierron anatomian tuntemukseen, sillä lihaksen verisuonitus voi perustua joko dominanttiin pedikkeliin tai lukuisiin segmentaalisiin pedikkeleihin. Käytännössä lihaskielekkeiksi valitaan yleensä lihas, jolla on pääpedikkeli, jonka varassa lihas voidaan irrottaa kielekkeeksi. Lihaskieleke peitetään vapaalla ihosiirteellä, tai lihaskielekkeessä voidaan säilyttää ihoa päällä, jolloin sitä kutsutaan muskulokutaaniseksi eli lihas-ihokielekkeeksi. (9)

2.4.3 Vapaat eli mikrovaskulaariset kielekkeet

Vapaasta kielekkeestä puhutaan silloin, kun muualta kehosta otettu kieleke siirretään kohdealueelle, ja kielekkeen valtimo ja laskimo yhdistetään kohdesuoniin mikrokirurgisesti. Vapaatkin kielekkeet voivat olla puutosalueen tarpeen mukaan

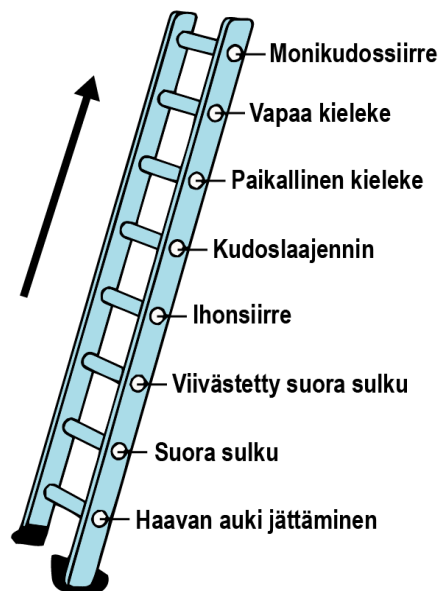
faskiokutaanisia, lihas- tai lihas-ihokielekkeitä tai useita kudskomponentteja, kuten luuta, lihasta ja ihoa sisältäviä monikudossiirteitä. (9) Mikrovaskulaarisia kielekkeitä käytetään yleensä suuriin defekteihin, kun yksinkertaisemmilla paikallisilla vaihtoehdoilla ei voida saavuttaa haluttua lopputulosta (3).

2.4.4 Perforanttikielekkeet

Sekä varrellisia että vapaita kielekkeitä voidaan nostaa myös ihoa, subkutista ja faskiaa ruokkivien niin sanottujen perforanttisuonten varassa. Näitä pieniä suonia dissekoidaan lihaksen läpi aina lähdesuoniinsa asti, joiden varassa kieleke nostetaan. Tällöin puhutaan perforanttikielekkeestä. Etuna on se, että kielekkeen ottokohdalle aiheutuva haitta eli morbiditeetti, kuten lihaksen puuttumisesta johtuva toiminnanvaja, voidaan täten minimoida. (3) Propeller-kielekkeet ovat erityisiä varrellisia perforanttikielekkeitä, joita käytettäessä paikannetaan doppler-anturilla ihoaluetta ja sen subkutista ruokkiva perforanttiverisuoni. Tämän jälkeen suoni käännetään jopa täysin itsensä ympäri, jotta kieleke ulottuu peittämään kudospuutoksen (9).

2.4.5 Rekonstruktion mallit

Rekonstruktiviset tikapuut (kuva 1) on periaate, joka kehitettiin kirurgien avuksi näistä mahdollisuuksista sopivimman rekonstruktiotavan valitsemiseksi (18). Tikapuumallin mukaan tulisi edetä ”alhaalta ylös”, eli yrittää aina ensin yksinkertaisinta toimenpidettä, ja vasta, mikäli tämä todetaan toimimattomaksi, siirrytään askelilla ylöspäin. Tämä ajattelumalli on kuitenkin pitkälti korvautunut rekonstruktivisen hissien (19) tai työkalupakin mallilla, jossa näistä eri korjausmahdollisuuksista valitaan aina kuhunkin tilanteeseen sopivin. Ideaalinen alaraajan rekonstruktio palauttaa alaraajan funktion ja muodon, tehostaa luun paranemista, palauttaa raajan tunnon ja minimoi ottokohdalle aiheutuvan haitan (20).



Kuva 1: Rekonstruktiviset tikapuut. Kuva muokattu lähteestä (40).

2.4.6 Säären alueella suositut paikalliset kielekkeet

Säären alueella yleisimmin käytettäviä paikallisia ja varrellisia kielekkeitä ovat faskiokutaaninen suralis-kieleke sekä lihaskielekkeet gastrocnemiuksesta, soleuksesta tai peroneus breviksestä (9). Lihaskielekkeistä gastrocnemius-lihasta voidaan käyttää polven tai säären yläosan defektien peitossa. Soleus-lihasta, tai siitä otettavaa hemisoleus-kielekettä, voidaan käyttää säären keskikolmanneksen puutosalueilla. (9,21) Peroneus brevis –lihasta voidaan käyttää menestyksekkäästi pieniin nilkan lateraalipuolen kudospuutoksiin vaarantamatta nilkan stabiliteettia (9,22). Faskiokutaaninen suralis-kieleke on myös yksi harvoista paikallisista vaihtoehdoista säären distaalikolmanneksessa (11). Sitä voidaan käyttää retrogradisena käänteisenä kielekkeenä keskikokoisiin defekteihin nilkan, kantapään ja jalkapöydän alueella (23).

Paikallisia varrellisia kielekkeitä voidaan käyttää erityisesti säären proksimaalisissa ja keskikolmanneksen vammoissa. Säären distaaliosissa paikalliset lihakset soveltuvat verisuonituksensa puolesta usein huonosti varrellisiksi kielekkeiksi, ja tällä alueella vapaiden kielekkeiden käyttö korostuu. Paikallisten kielekkeiden käyttö ei myöskään usein ole mahdollista Gustilo IIIB tai IIIC -vammoissa, jolloin paikallinen pehmytkudos on usein vamma-alueella, tai jos kudospuutos on kookas. (11) Tällöin vaihtoehdoksi jäävät mikrovaskulaariset kielekkeet.

2.4.7 Säären alueella suositut mikrovaskulaariset kielekkeet

Vapaiden mikrovaskulaaristen kielekkeiden käyttöpotentiaali alaraajan traumarekonstruktiossa on tunnettu jo pitkään (13). Yleisimmin käytettyjä ovat faskiokutaaninen ALT (anterior lateral thigh) –perforanttikieleke, sekä lihaskielekkeet latissimus dorsista (LD), graciliksesta tai rectus abdominiksesta (9). Myös monikudossiirteitä voidaan käyttää säären laajojen kudospuutosten rekonstruktiossa. Nämä sisältävät useampia kudskomponentteja, esimerkkinä osteo-muskulo-kutaaninen selkäkieleke, joka käsittää lapaluun lateraalireunaa, latissimus dorsi –lihasta, subkutista ja ihoa. (4)

Vapaista kielekkeistä faskiokutaaninen ALT-kieleke tarjoaa luotettavan ja helposti saatavilla olevan kielekkeen, jolla on laaja ihosaareke, jonka paksuutta ja kokoa voidaan muokata puutosalueen mukaisesti, ja jonka ottoalueelle aiheutuva haitta on pieni. ALT-

kielekkeeseen voidaan tarvittaessa sisällyttää myös lihasta, jolloin saadaan paksumpi kieleke. ALT-kielekkeitä käytetään nykyään laajalti niin raajojen kuin pään ja niskan alueen pehmytkudosrekonstruktioissa. (24) Aiemmin mikrovaskulaarisia lihaskielekkeitä on kuitenkin pidetty parhaina säären avomurtumien pehmytkudosdefektien peitossa (25). Yleisesti käytetyistä lihaskielekkeistä erityisesti latissimus dorsi- ja rectus abdominis – kielekkeiden etuina pidetään niiden suurta kokoa, pitkiä pedikkeleitä ja halkaisijaltaan suuria verisuonia. Nämä ominaisuudet helpottavat puutosalueen täyttöä ja mikrokirurgian onnistumista. (26) Rectus abdominiksen käyttöä rajoittaa kuitenkin sen suuri haitta ottoalueelle, kuten mahdollisesti kehittyvä abdominaalihernia (3). Gracilis-lihaksella voidaan peittää pienehköjä kudospuutteita (11). Latissimus dorsi- ja gracilis-kielekkeiden ottokohdan vähäinen morbiditeetti lisää niiden suosiota (3).

Nykykäsityksen mukaan yhtä hyvä lopputulos voidaan saavuttaa sekä vapaalla lihaskielekkeellä että faskiokutaanisella kielekkeellä (12,27), ja jälkimmäisten käyttö onkin viime vuosina lisääntynyt (28). Kieleke tulee kuitenkin valita ensisijaisesti korjattavan kudospuutoksen koon ja muodon perusteella. Syvät vammat sopivat paremmin peitettäväksi lihaskielekkeillä, koska niillä voidaan usein paremmin täyttää vammasta aiheutunut kolmiulotteinen kudospuutos. Faskiokutaaniset kielekkeet ovat yhtä luotettavia korjattaessa pinnallisempia defektejä. (27) On myös esitetty, että faskiokutaanisia kielekkeitä voisi tarvittaessa helpommin nostaa sekundaarisia luuoperaatioita varten (28).

2.4.8 Paikallisten ja vapaiden kielekkeiden vertailu säären alueella

Säären avomurtumien pehmytkudosdefektien hoidossa valinta paikallisen kielekkeen ja vapaan mikrovaskulaarisen kielekkeen välillä on edelleen kiistanalainen. 52 potilaan aineistoon perustuvassa tutkimuksessa (29) hoidon onnistumisessa ei havaittu eroja paikallisen ja vapaan kielekkeen välillä. Laajassa luokkien IIIB ja IIIC avomurtumia tarkastelevassa katsausartikkelissa (30) paikallisista kielekkeistä menetettiin keskimäärin 7,6 % (vaihteluväli 0 – 10,8 %), ja mikrovaskulaarisista 4,9 % (vaihteluväli 0 – 14,8 %), mutta erotus jäi luottamusvälien sisälle. Toisen katsausartikkelin (31) mukaan vapaiden kielekkeiden käyttö alaraajan traumaissa on vähentynyt, mikä voi johtua alaraajan verisuonianatomian paremmasta ymmärryksestä ja paikallisten kielekeratkaisujen lisääntyneestä käytöstä, sekä alipaineimulla toteutettavasta tehokkaammasta

haavanhoidosta. Kuitenkin osassa tutkimuksista vapaiden kielekkeiden käytön säären alueella on todettu lisääntyneen paikallisten kielekkeiden kustannuksella, myös muissa kuin distaalisisissa avosäärimurtumissa (12). Tuoreessa kielekekorjauksen jälkeistä alaraajan funktionaalisuutta tutkineessa 30 potilaan alkuperäistutkimuksessa (32) todettiin paikallisen kielekkeen käytön ennustavan aikaisempaa kävelykykyä potilaalle. Kaiken kaikkiaan raajan alkuperäistä vastaava funktionaalisuus saatiin palautettua 70 % tutkimuksen tapauksista.

2.5 Komplikaatiot

Kaikkeen kirurgiaan liittyy komplikaatioiden mahdollisuus. Clavien-Dindo –luokitus (taulukko 2) on kehitetty kuvaamaan näitä leikkauksen jälkeen ilmeneviä postoperatiivisia komplikaatioita ja niiden hankaluutta (33). Tämä yhtenäistetty luokittelu mahdollistaa komplikaatioiden vertailun eri tutkimusten välillä.

Luokka I	Mikä tahansa normaalista postoperatiivisesta toipumisesta poikkeava tila, joka ei vaadi lääke- tai kirurgista hoitoa (antiemeetit, antipyreetit, analgeetit, diureetit ja elektrolyytit sallitaan).
Luokka II	Vaatii lääkehoitoa (esim. antibiootti), verensiirtoja tai parenteraalista ravitsemusta.
Luokka III	Vaatii endoskooppista, kirurgista tai radiologista toimenpidettä joko ilman yleisanestesiaa (IIIa) tai yleisanestesiassa (IIIb).
Luokka IV	Henkeä uhkaava komplikaatio, vaatii tehohoitoa. Joko yhden elimen vaurio (IVa) tai monielinvaurio (IVb).
Luokka V	Kuolema.

Taulukko 2. Clavien-Dindo –luokitus postoperatiivisille komplikaatioille

2.5.1 Kielekerekonstruktioiden komplikaatiot

Kielekerekonstruktioiden yleisimpiä komplikaatioita ovat hematooman tai serooman kehittyminen, infektio, haavan aukeaminen, ihonekroosi ja kielekkeen osittainen tai täydellinen menetys. Mikrovaskulaaristen kielekkeiden osalta yleisiä ongelmia ovat myös operoidun valtimon tai laskimon tukkeutuminen, sekä ottokohdalle aiheutuvat haitat. Potilaan osalta diabetes, valtimonkovettumistauti (ASO-tauti) ja tupakointi ovat todettuja riskitekijöitä kielekekomplikaatioille. (3)

Postoperatiivisesti kielekkeen vointia tulee seurata tunneittain mahdollisten komplikaatioiden havaitsemiseksi. Riittävää verenkiertoa voidaan arvioida kielekkeen väriä, lämpötilaa, kapillaarireaktiota ja neulanpiston aiheuttamaa vuotoa tarkkailemalla. Mikäli epäillään verisuonen tukkeutumista ja sen aiheuttamaa kudosiskemiamia, on uusi leikkaus tehtävä yleensä välittömästi, jottei kielekettä menetetä. (4) Laajassa, 1193 mikrovaskulaarista kielekettä tarkastelleessa tutkimuksessa (34) näitä verisuonisaumojen tarkistusleikkauksia eli re-eksploraatioita tarvittiin 6 % tapauksista. Komplikaatoriskeistä huolimatta kielekekorjaukset ovat yleensä menestyksekkäitä, ja kyseisessä Bui et al. tutkimuksessa mikrovaskulaariset kielekkeet onnistuivat 98,8 % tapauksista.

2.5.2 Säären avomurtumien hoitokomplikaatiot

Säären vaikeiden avomurtumien kirurgisen hoidon yleisimmät komplikaatiot ovat haavainfektio, osteomyeliitti, hidastunut luutuminen ja luutumattomuus, sekundaarinen amputaatio ja kielekkeen menetys (30,35). Myös kotimaisessa Nieminen et al. alkuperäistutkimuksessa (36) havaittiin vastaavia hoitokomplikaatioita säärimurtumiin tehdyillä mikrovaskulaarisilla kielekkeillä, mutta niistä huolimatta kielekekorjaukset onnistuivat 98 % tapauksista.

2.5.3 Preoperatiivinen komplikaatoriski

Potilaiden leikkausta edeltävää alttiutta komplikaatioiden kehittämiseksi voidaan arvioida erilaisilla luokitteluilla. Näistä tunnetuin lienee ASA-luokka, joka kuvaa potilaan sairauksien aiheuttamaa anestesia- ja perioperatiivista riskiä. Korkeamman ASA-luokan (≥ 2) onkin havaittu olevan yhteydessä korkeampaan mikrovaskulaarisen kielekkeen menetyriskiin ($p = 0,04$) (37). Charlson et al. (38) kehittämää Charlson Comorbidity Indexiä (CCI) käytetään ennustamaan potilaan kuolleisuutta perussairauksien perusteella seuraavan kymmenen vuoden aikana – mitä korkeampi pistemäärä, sitä pienempi todennäköisyys eloonjäämiselle. Tuoreessa 26 potilaan tutkimuksessa (39) todettiin potilaiden korkean CCI:n (≥ 2) lisäävän merkitsevästi ($p < 0,001$) potilaille tehtyjen alaraajan propeller-kielekkeiden postoperatiivisten komplikaatioiden riskiä.

3 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kielekkeiden käyttöä ja onnistumista HUS Töölön sairaalassa hoidetuilla avosäärimurtumapotilailla. Tutkimuksen ensimmäisenä tavoitteena on raportoida ja tilastoida vuosina 2009-2017 avosäärimurtuman ja pehmytkudosrekonstruktion läpikäyneiden potilaiden demografiset tiedot. Tarkoituksena on kuvata koko potilasaineisto, käytetyt hoitomenetelmät ja komplikaatiot.

Tutkimuksen toisena tavoitteena on analysoida ja raportoida kielekekorjausten onnistumista. Tehtyjen paikallisten kielekkeiden ja vapaiden mikrovaskulaaristen kielekkeiden onnistumisprosentit selvitetään ja niitä vertaillaan. Tarkoituksena on myös selvittää, kuinka usein joudutaan etenemään sekundaariseen mikrovaskulaariseen kielekkeeseen epäonnistuneen paikallisen kielekkeen jälkeen, tai toisinpäin, eli sekundaariseen paikalliseen kielekkeeseen primaaristi tehdyn mikrovaskulaarisen kielekkeen menetyksen jälkeen. Tuloksia verrataan muissa vastaavissa tutkimuksissa saatuihin tuloksiin, ja havainnoidaan mahdollisia eroja myös aiempiin kotimaisiin säärimurtumien kielekerekonstruktio tutkimuksiin (erityisesti Nieminen et al, (36)) verrattuna. On edelleen kiistanalaista, kannattaako säären avomurtuman pehmytkudosdefekti korjata paikallisella vai mikrovaskulaarisella kielekkeellä, sillä kansainvälisissä tutkimuksissa on saatu eriäviä tuloksia kysymyksen suhteen. Tämän tutkimuksen yhtenä tarkoituksena on myös osallistua tuohon keskusteluun tarjoamalla analyysi uudesta potilasaineistosta.

Säären avomurtuma on usein vaikea, pitkäkestoista hoitoa vaativa vamma. Tutkimuksen tavoitteena on pyrkiä selventämään, miten kieleke voitaisiin jatkossa valita siten, että mahdollisimman moni potilas välttyisi vakavilta komplikaatioilta ja uusintaoperaatioilta.

4 Tutkimusaineisto ja menetelmät

Tutkimuksen aineistona olivat kaikki HUS Töölön sairaalassa 1.1.2009 – 31.12.2017 hoidetut potilaat, joilla todettiin säären avomurtuma ja joille tehtiin kielekekorjaus.

Tutkimusaineistoon ei hyväksytty mukaan nilkkamurtumia, ja vain 30 päivän sisällä vammasta tehdyt kielekkeet huomioitiin. Osa potilaista oli saanut primaarihoitoa, kuten ensimmäisen revisioleikkauksen tai jopa murtuman definitiivisen kiinnityksen, kotipaikkakuntansa sairaalassa ennen siirtymistään Töölön sairaalaan kielekekorjausta varten. Muutamat potilaat siirtyivät jatkohoitoon takaisin kotipaikkakunnalleen, ja heidän jatkohoitotietonsa kerättiin omasta keskussairaalaista.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin retrospektiivistä potilasasiakirjatutkimusta. OPERA-järjestelmän kautta selvitettiin toimenpidekoodien avulla kielekeleikkauksissa olleet potilaat. Näiden potilaiden joukosta etsittiin potilastietojärjestelmästä käsin ne, joille kieleke tehtiin nimenomaan säären avomurtuman vuoksi. Sairauskertomusteksteistä haettiin potilaista tarvittavat tutkimustiedot Miranda-järjestelmän avulla. Potilaista kerättiin tunnistetiedot, ikä, painoindeksi, valitut sairaudet (diabetes ja ASO-tauti), ASA-luokka ja perussairauksien perusteella määritetty potilaan Charlson Comorbidity Index (CCI). Potilaiden vammojen osalta selvitettiin tapaturmapäivämäärä, vamman etiologia, avomurtuman Gustilo-luokitus, mahdollinen luundefekti, leikkauspäivämäärät (primaari-, fiksaatio- ja kielekeleikkaus), murtuman fiksaatiotyyppi ja kieleketyyppi. Myös tiedot mahdollisista muista toimenpiteistä (esim. verisuonirekonstruktiot, faskiotomiat ja alipaineimuhoidot) tilastoitiin. Post-operatiivinen toipuminen ja komplikaatiot sekä niiden Clavien-Dindo -luokitus määritettiin. Lisäksi selvitettiin, tarvittiinko sekundaarista kielekettä tai uusintaleikkausta luutumisen takia. Potilaiden komplikaatioita seurattiin 31.5.2019 asti.

Potilaista kerätyt tiedot analysoitiin tilastollisin menetelmin SPSS-ohjelmistolla. Tähän käytettiin χ^2 - ja Fisherin tarkka testi -menetelmiä, sekä multivarianssianalyysiä (logistinen regressioanalyysi). Tilastoanalyyseissä tutkittiin seuraavia muuttujia: CCI-pisteet, ASA-luokka, Gustilon luokka (luokat I – IIIC erikseen ja I – II vs. IIIA – IIIC), korjausta vaatinut luundefekti, kieleke (paikallinen vs. mikrovaskulaarinen), kielekkeen tekoajankohta (≤ 7 vrk ja ≤ 10 vrk sisällä vammasta) sekä definitiivinen fiksaatiomenetelmä (levytys, ydinnaula, eksternifiksaattori). Tilastollisesti merkitsevä nä tuloksena pidettiin p-arvoa $< 0,05$.

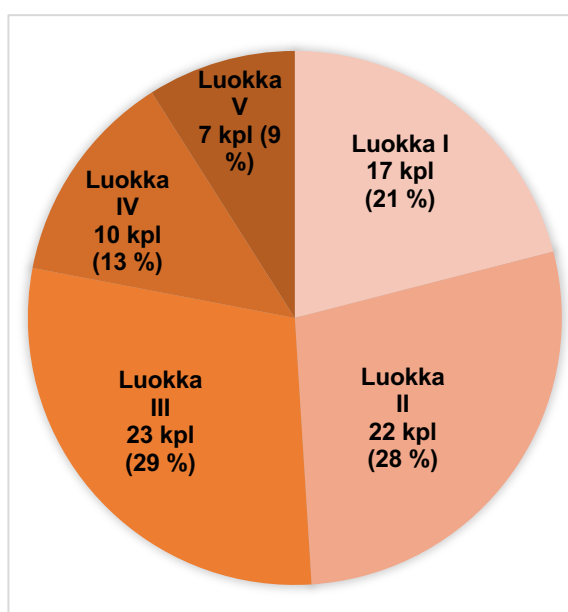
5 Tulokset

5.1 Potilaiden demografiset tiedot

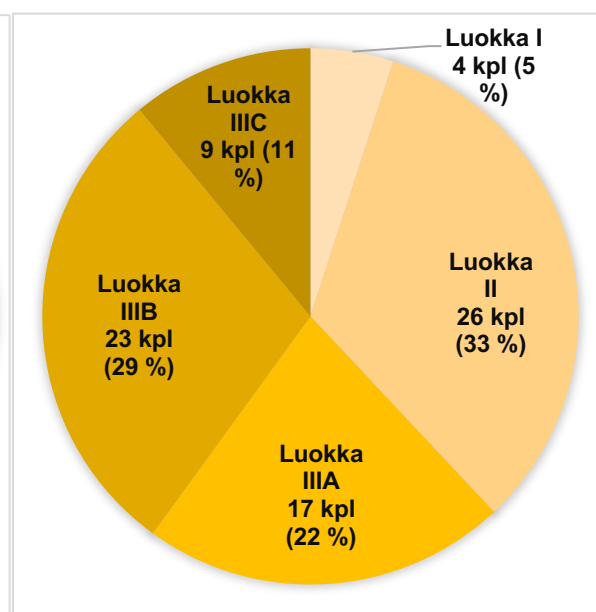
Tutkimusaineisto koostui 79 potilaasta, joista miehiä oli 57 (72 %) ja naisia 22 (28 %). Potilaiden ikä vaihteli 16 – 96 vuoden välillä, mediaanin ollessa 42 vuotta. Aineiston potilaista kuudella (8 %) oli tutkimushetkellä todettu diabetes ja kahdella (3 %) ASO-tauti. Potilaiden painoindeksi vaihteli välillä 18 – 43, mediaanin ollessa 26. 20 potilaan painoindeksiä ei voitu määrittää tarvittavien paino- ja pituustietojen puuttuessa. Charlson Comorbidity Index (CCI) vaihteli potilailla 0 – 7 pisteen välillä, mediaanin ollessa nolla pistettä. Potilaiden ASA-luokituksissa oli suurta vaihtelua, ja ne esitetään kuvassa 2. ASA-luokka määritettiin potilaiden ensimmäisenä hoitopäivänä. Nämä potilaiden keskeisimmät demografiset tiedot on esitetty myös liitteen taulukossa 1.

5.2 Vammat

Suurin osa eli 35 kappaletta (44 %) säären avomurtumista syntyi tässä aineistossa liikenneonnettomuuksien seurauksena. Näistä 15 oli moottoripyörä- tai mopoonnettomuuksia, kahdeksan jalankulkijoille sattuneita onnettomuuksia, seitsemän autoonnettomuuksia, neljä polkupyöräonnettomuuksia ja yksi rekkaonnettomuus. Seuraavaksi suurin etiologinen syy olivat putoamiset, joita oli 17 kappaletta (22 %). Säären avomurtuma johtui muista syistä 27 tapauksessa. Näitä olivat mm. samalla tasolla kaatumiset, työtapaturmat erityisesti teollisiin työkonseihin liittyen, vapaa-ajan



Kuva 2: Potilaiden ASA-luokat



Kuva 3: Avomurtumien Gustilo-luokat

liikuntatapaturmat ja ampumavammat. Avomurtumien Gustilo-luokat esitetään kuvassa 3. Keskeisimmät tiedot vammoista on koottu myös liitteen taulukkoon 1.

5.3 Hoito

Tapaturman jälkeen primaarileikkaus suoritettiin 0 – 22 vuorokauden kuluttua vamman syntymisestä, mediaanin ollessa nolla vuorokautta. Primaarileikkaus pyritään yleensä tekemään jo onnettomuuspäivänä, ja tässä aineistossa viivästyminen johtui yleensä potilaslähtöisistä syistä (esim. vaikea päihdeongelma). Murtuman definitiivinen kiinnitys tehtiin 0 – 23 vuorokauden kuluttua vammasta, mediaanin ollessa kuusi vuorokautta. Kielekkeen teossa oli paljon vaihtelua, 0 – 30 vuorokautta, mutta mediaani oli kuitenkin 11 vuorokautta vamman synnystä (huom. vain 30 päivän sisällä vammasta tehdyt kielekkeet hyväksyttiin tutkimukseen).

Aineiston potilaista yhdeksän (11 %) tarvitsi vamman jälkeen verisuonirekonstruktion, ja näitä operaatioita tehtiin yhteensä 11. Faskiotomiat tehtiin 25 potilaalle (31 %). Leikkaussalissa tehtyyn uusintarevisioon primaarileikkauksen jälkeen, ennen kielekkeen tekoa, joutui 23 (29 %) potilasta, joille operaatioita tehtiin yhteensä 28. Aineiston potilaista 66 (84 %) sai alipaineimuhoidtoa jossakin hoidon vaiheessa.

Murtuman primaarinen kiinnitys tehtiin 61 potilaalle eksternifiksaattorilla, eli lopuille 18 potilaalle pystyttiin tekemään suoraan definitiivinen sisäinen kiinnitys. Murtuman definitiivinen kiinnitys hoidettiin lopulta levytyksellä 39 (49 %) potilaalle, ydinnaulalla 30 (38 %) potilaalle ja vain 10 (13 %) potilaalla eksternifiksaattori toimi definitiivisenä hoitona. Korjausleikkausta vaatinut luudefektit todettiin 21 (27 %) potilaalla. Defektin korjaukseen käytettiin Masquelet-tekniikkaa, luunsiirteitä tai biolasia ja osteo-muskulokutaanisia LD-kielekkeitä tai näiden tekniikoiden yhdistelmiä.

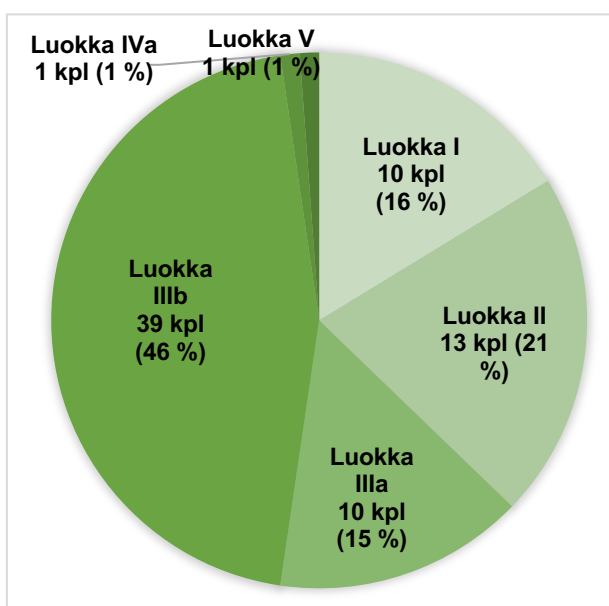
Aineiston 79 potilaalle tehtiin avosäärimurtumaan liittyvän pehmytkudosdefektin korjaukseksi yhteensä 84 primaarista kielekettä, eli jotkut potilaat saivat niitä kaksi kappaletta. Paikallisia kielekkeitä tehtiin 41 (52 %) potilaalle ja mikrovaskulaarisia kielekkeitä 38 (48 %) potilaalle. Kuvassa 4 esitetään tehdyt kielekkeet. Keskeisimmät tiedot potilaiden saamasta hoidosta on koottu myös liitteen taulukkoon 2.

Paikalliset kielekkeet:		Mikrovaskulaariset kielekkeet:	
41 potilaalle (52 %)		38 potilaalle (48 %)	
Soleus	11 kpl	Latissimus dorsi	25 kpl
Gastrocnemius	9 kpl	ALT	7 kpl
Paikallinen iho-subkutis (esim. rotaatiokieleke)	7 kpl	Gracilis	5 kpl
Propeller	6 kpl	Medial sural artery perforator (MSAP)-kieleke	1 kpl
Hemisoleus	4 kpl		
Suralis	4 kpl		
Peroneus brevis	4 kpl		
Flexor digitorum longus	1 kpl		
Yhteensä	46 kpl	Yhteensä	38 kpl

Kuva 4: Potilaille tehdyt kielekkeet

5.4 Komplikaatiot

Potilaiden komplikaatioiden luokitteluun käytettiin Clavien-Dindon luokitusta ja tulokset esitetään kuvassa 5. Aineiston 79 potilaasta 74 sai jonkinlaisia komplikaatioita, ja vain neljä potilasta selvisi täysin komplikaatioitta. Yhden potilaan komplikaatioita ei voitu seurantatietojen puuttumisen vuoksi määrittää. Tilastollisissa analyyseissä havaittiin, että vakavien komplikaatioiden (Clavien-Dindo \geq IIIb) esiintymisen todennäköisyyteen vaikutti tilastollisesti merkitsevästi vamman korkeampi Gustilon luokka (III vs. I – II) ja kielekkeen tyyppi (mikrovaskulaarinen kieleke 25/38 [66 %] vs. paikallinen kieleke 16/41 [39 %]). Multivarianssianalyysi tosin paljasti, että kumpikaan tekijä ei ollut aineistossa yksinään merkitsevä.

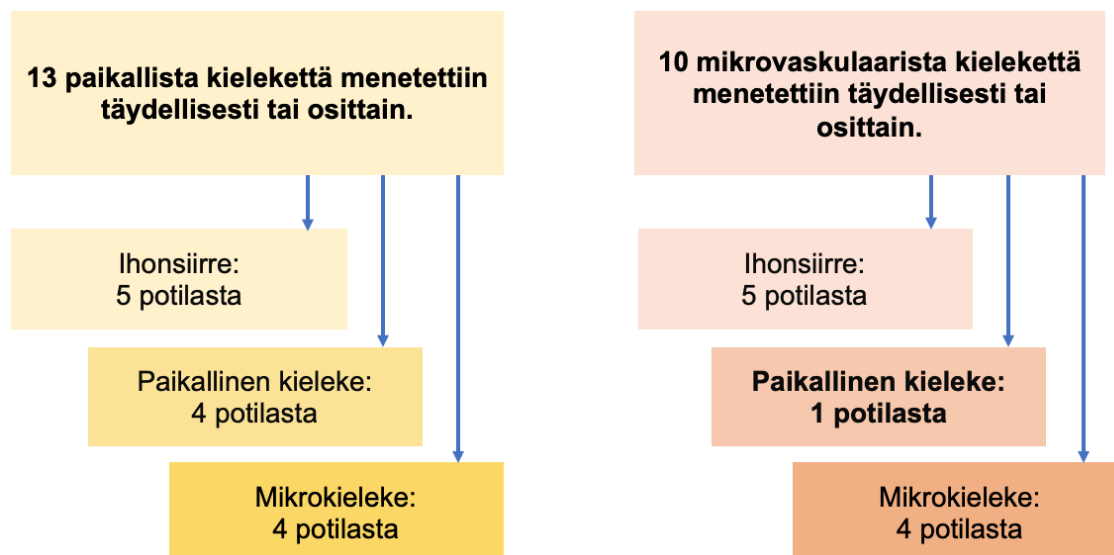


Kuva 5: Potilaiden komplikaatioiden Clavien-Dindo -luokat

Potilaat saivat hyvin monenlaisia komplikaatioita. Yleisimpiä olivat erilaiset infektiot: kielekkeellä peitetyn vamma-alueen paikallisen infektion ja antibioottihoidon sai jopa 51 (65 %) potilasta. Osteomyeliitti todettiin kahdeksalla (10 %) potilaalla, ja yhdellä potilaalla se johti lopulta sääriamputaatioon. Abskessin kehitti kuusi (8 %) potilasta, ja ruusun/selluliitin 11 (14 %) potilasta. Clostridium-infektion sai yksi (1 %) potilas. Kaksi (3 %) potilasta sai sepsiksen. Analyyseissä havaittiin enemmän kielekealueen infektoita Gustilo-luokan ollessa IIIA – IIIC (35/49 eli 71 %) kuin Gustilo-luokan ollessa I – II (16/30 eli 53 %), mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Aineistossa minkään tekijän ei myöskään havaittu tilastollisesti merkitsevästi enteilevän revisioon johtavaa infektiota.

Kielekkeen laskimoverenkierron ongelmia oli aineistossa melko vähän. Operaatiota vaatinut kielekkeen pedikkelin laskimotukos todettiin neljällä (5 %) potilaalla. Kaksi (3 %) potilasta kehitti kielekkeen alle tyhjennyksen vaatineen hematooman.

Kielekkeen leikkaussalirevisioon joutui 36 (46 %) potilasta. Yleensä syynä revisioon olivat kielekkeen infektio tai verenkierron riittämättömyys, eli kielekkeen osittainen tai täydellinen nekroosi, tai näiden eri syiden yhdistelmä. Kaikki revisiot eivät johtaneet lisäkorjaukseen, vaan 13 potilaan kohdalla konservatiiviset haavanhoidot ja/tai alipaineimuhoidot olivat revision jälkeen riittäviä. Kielekkeen täydellinen menetys tapahtui kuitenkin yhdeksälle potilaalle, ja osittainen menetys 14 potilaalle, eli sekundaarisen pehmytkudoskorjauksen tarvitsi yhteensä 23 (29 %) potilasta. Paikallisista kielekkeistä menetettiin 13/46 (28 %, kuusi täydellisesti ja seitsemän osittain) ja mikrovaskulaarisista kielekkeistä menetettiin 10/38 (26 %, kolme täydellisesti ja seitsemän osittain). Yhteensä kielekkeitä menetettiin siis 23/84 (27 %), ja näistä täydellisiä kielekkeen menetyksiä oli 9/84 (11%) ja osittaisia 14/84 (17 %). Tilastollisissa analyyseissa havaittiin potilaan korkean CCI:n vaikuttavan kielekkeen osa- tai totaalimenetyksriskiin, ja myös pelkkään totaalimenetyksriskiin. Murtuman definitiivinen fiksaatiomenetelmä vaikutti kielekkeen osa- tai totaalimenetyksriskiin (17/39 [44 %] levytyspotilaista, 2/10 [20 %] eksternifiksaattoripotilaista ja 2/30 [7 %] ydinnaulapotilaista), mutta kielekkeen totaalimenetyksriskiin sillä ei havaittu olevan tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Tosin myös totaalimenetyksiä tapahtui eniten levytyspotilailla (7/39 eli 18 %, vs. eksternifiksaattoreilla 1/10 [10 %] ja ydinnaulatuilla 1/30 [3 %]), mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 6: Sekundaarisen pehmytkudospeiton toteutus

Primaarikielekkeen osittaisen tai täydellisen menetyksen vuoksi sekundaarinen pehmytkudospeitto tehtiin siis yhteensä 23 potilaalle joko vapaalla ihonsiirteellä tai uudella kielekkeellä. Kuvassa 6 esitetään, miten sekundaarinen pehmytkudoskorjaus toteutettiin. Sekundaarisina paikallisina kielekkeinä käytettiin hemisoleus-, peroneus brevis-, gastrocnemius- ja tibialis anterior -lihaskielekkeitä, joista viimeksi mainitut kaksi tehtiin samalle potilaalle. Lisäksi tehtiin paikallinen alakantainen perforanttikieleke ja iho-subkutisrotaatiokieleke. Sekundaarisina mikrovaskulaarisina kielekkeinä käytettiin ALT- ja LD-kielekkeitä. Tilastollisissa analyyseissa havaittiin potilaan korkean CCI:n lisäävän merkittävästi sekundaarikielekkeen tai ihonsiirteen tarvetta, ja myös pelkän sekundaarikielekkeen tarvetta. Aineiston potilaista yksi (1 %) menetti vielä sekundaarisenkin kielekkeen, ja hänelle tehtiin tertiäärinen LD-kieleke. 15 (19 %) potilaalle tehtiin vielä myöhemmässä vaiheessa kielekkeen trimmaus, yleensä paksusta kielekkeestä johtuvan potilaan kokeman subjektiivisen haitan vuoksi. Trimmauksia ei tässä tutkimuksessa laskettu mukaan komplikaatioiksi, koska kyseessä katsottiin olevan ei-välttämätön, potilaan toiveesta suoritettu ylimääräinen toimenpide.

Säärimurtuman luutumattomuus todettiin 30 (38 %) potilaalla. Tässä tutkimuksessa luutumattomuudella tarkoitettiin sellaista luutumisongelmaa, johon ortopedin kliiniradiologisen arvon mukaan tarvittiin toimenpide. Uusintaleikkaukseen luutumattomuuden takia joutui 26 (33 %) potilasta, monet useaan kertaan. Luutumattomuuden hoidossa hyödynnettiin lukuisia hoitovaihtoehtoja: uusintafiksaatiota, luunsiirteitä ja biolasia, Masquelet-tekniikkaa, ydinnan

dynamisaatiota eli salparuuvien poistoa, ultraääneen perustuvaa Exogen-hoitoa ja sääriluun lyhennystä. Monelle potilaalle käytettiin näiden eri hoitomuotojen yhdistelmiä. Yhdelle potilaalle jouduttiin tekemään luutumattomuuden takia säariamputaatio. Kahden potilaan luutumattomuus hoidettiin paikallistoimenpiteellä, eli käytännössä ydinnaulan dynamisaatiolla paikallispuudutuksessa. Kahdella potilaalla säären luutumattomuutta ei korjattu potilaan huonon yleistilan takia. Tilastoanalyysissä havaittiin korkean Gustilon luokan, korjausta vaatineen luudefektin, mikrovaskulaarisen kielekkeen ja aikaisen kielekkeen tekoajankohdan (≤ 7 vrk vammasta) kasvattavan merkitsevästi luutumattomuuden todennäköisyyttä. Multivarianssianalyysissä ainoaksi merkitseväksi tekijäksi jäi kielekkeen tekoajankohta (13/22 [59 %] potilaista, joilla kieleke tehty ≤ 7 vrk traumasta, ja 17/79 [30 %] potilaista, joilla >7 vrk). Uusintaleikkausta luutumattomuuden takia ennustivat tilastollisesti merkitsevästi korkea Gustilon luokka, korjausta vaatinut luudefekti ja mikrovaskulaarinen kieleke, mutta multivarianssianalyysissä mikään näistä tekijöistä ei ollut yksinään tilastollisesti merkitsevä.

Lopputilanteessa seurannan päättyessä murtuma oli luutunut 58 (75 %) potilaalla. Luutumisen vaihteluväli oli suuri, 85-1731 vuorokautta vamman syntymisestä laskettuna, mediaanin ollessa 393 vuorokautta. Seurannan päättyessä murtuma oli edelleen luutumaton kahdeksalla (10 %) potilaalla, amputaatio oltiin tehty kahdelle (3 %) potilaalle, kaksi (3 %) potilasta kuoli ennen säären luutumista ja luutumisen lopputuloksesta ei ollut tietoa yhdeksän (11 %) potilaan kohdalla.

Potilaiden muita komplikaatioita olivat munuaisten vajaatoiminta (yksi potilas, 1 %) ja keuhkoembolia (yksi potilas, 1 %). Neljälle (5 %) potilaalle kehittyi kielekkeen ottokohdan ongelmia: yhdelle tyhjennystä vaativa hematooma, kolmelle paikallinen infektio. Aineiston potilaista yksi kuoli 30 vuorokauden sisällä onnettomuudesta vakavien primaarivammojen vuoksi (monivammapotilas). Keskeisimmät tiedot potilaiden komplikaatioista ja niiden jakautumisesta tehtyjen paikallisten ja mikrovaskulaaristen kielekkeiden välille on koottu liitteen taulukkoon 3.

6 Pohdinta

Säären avomurtumat ovat usein vaikeita vammoja, ja hyvään hoidolliseen lopputulokseen pääseminen edellyttää monen eri lääketieteen erikoisalan osaamista. Oman haasteensa tuovat myös hoidontarpeen päivystyksellisyys ja tilanteiden yllättävyys – säären avomurtumaan johtava onnettomuus voi sattua kenelle ja milloin tahansa. Vaikka tämänkin tutkielman aineisto oli suppeahko (79 potilasta), oli ikäjakauma laaja. Potilaista suurin osa oli miehiä, mikä on havaittu aiemmissakin säärimurtumia käsittelevissä tutkimuksissa (1,5). Aineistossa havaitut murtumien etiologiat vastaavat myös aiempia tutkimuksia (5,30), eli suurin yksittäinen syy säären avomurtumalle olivat liikenne- ja erityisesti moottoripyöräonnettomuudet. Aineistossa avomurtumien Gustilo-luokat olivat korkeat: vammoista suurin osa, 62 %, kuului Gustilon luokkiin IIIA – IIIC, eli kyseessä oli pääasiassa vaikeita vammoja. Tämä on toki ymmärrettävää, sillä aineistoonhan oli valittu mukaan vain kielekerekonstruktion avosäärimurtumaansa tarvinneet potilaat. Lisäksi on todennäköistä, että Töölön sairaalaan on yhtenä maamme johtavista traumakeskuksista keskittynyt keskimääräistä vaikeampia säären avomurtumatapauksia.

Aineiston potilaat olivat keskimäärin varsin terveitä, sillä potilaiden CCI:n mediaani oli nolla pistettä. Näillä samoilla potilailla oli kuitenkin suhteellisen korkeat ASA-luokat, eli 51 % tapauksista ASA-luokka oli kolme tai korkeampi – tämä selittyy osittain sillä, että monet potilaista olivat monivammautuneita, mikä nosti heidän ASA-luokitustaan. Sekä korkean CCI:n (39) että korkean ASA-luokan (37) on havaittu lisäävän kielekekorjausten komplikaatoriskiä. Säären avomurtumapotilaiden kohdalla ei kuitenkaan valitettavasti pystytä elektiiviseen potilasvalintaan, vaan haastaviin leikkauksiin voidaan joutua myös hyvin monisairaiden potilaiden kohdalla. Preoperatiivisten riskitekijöiden merkitys on kuitenkin hyvä ymmärtää, jotta pystytään valitsemaan oikea hoitomuoto kullekin potilaalle – hienoimmat kielekekorjaukset eivät aina välttämättä johda yksittäisen potilaan kohdalla parhaaseen lopputulokseen.

Potilaiden hoito toteutettiin kotimaisia hoitosuosituksia ja oppikirjallisuutta noudattaen (8,9). Kiinnostavaa on, että aineiston potilaille tehtiin paikallisia kielekkeitä ja mikrovaskulaarisia kielekkeitä lähes yhtä paljon (52 % ja 48 %, vastaavasti). Näiden eri rekonstruktiovaihtoehtojen suosio vaihtelee lähteestä riippuen – monesti

mikrovaskulaariset kielekkeet ovat paikallisia käytetympiä säären avomurtumissa (12), mutta toisaalta, paikallisten kielekkeiden suosion on havaittu lisääntyvän myös vaikeiden vammojen hoidossa (31). Verrattuna kotimaiseen Nieminen et al. tutkimukseen vuodelta 1999 (36) huomataan, että mikrovaskulaaristen kielekkeiden käytössä on tapahtunut muutoksia: vielä kyseisen tutkimuksen tarkasteluvuosina 1980-1994 suosittuja rectus abdominis -kielekkeitä ei tehty tämän aineiston potilaista yhdellekään, vaan sen sijaan tuolloin vielä käyttämätön ALT-kieleke on nykyisin noussut toiseksi suosituimmaksi mikrovaskulaariseksi kielekkeeksi. Tähän ovat luultavasti vaikuttaneet sekä ALT-kielekkeen helppokäyttöisyys että sen ottoalueelle aiheutuvan haitan vähäisyys (24), sillä tärkeimpiä rectus abdominiksen käyttöä rajoittavia tekijöitä on nimenomaan ottokohdan morbiditeetti (3). Latissimus dorsi on sen sijaan säilyttänyt paikkansa eniten käytettynä vapaana kielekkeenä sekä Nieminen et al. että tässä tutkimuksessa.

Tutkimusaineiston potilailla esiintyi paljon postoperatiivisia komplikaatioita: 74/79 eli 94 % potilaista sai jonkinlaisen komplikaation, kun määritelmänä käytettiin Clavien-Dindon luokitusta. Luokituksessa luokat I ja II tosin kuvaavat varsin lieviä komplikaatioita, mikä nostaa kokonaiskomplikaatioprosenttia, mutta tästäkin huolimatta 63 % aineiston potilaista sai vähintään luokan III komplikaation eli tarvitsi uusintaoperaation. Tämä on huomattavasti korkeampi kuin muissa vastaavissa rekisteritutkimuksissa havaittu kielekerekonstruktioleikkausten komplikaatioiden esiintyvyys, joka vaihtelee lähteistä riippuen välillä 31 – 35 % (12,29). Tutkimusaineiston tilastollisissa analyyseissa havaittiin vamman korkeamman Gustilon luokan ja mikrovaskulaarisen kielekkeen johtavan todennäköisemmin vakavaan komplikaatioon (Clavien-Dindo \geq IIIb), mutta multivarianssianalyyseissä kumpikaan tekijä ei ollut yksinään merkitsevä. Tulokset ovat kuitenkin loogisia: Gustilon luokan vaikutusta puoltaa se, että korkeampi vammaenergia johtaa useammin vaikeampaan murtumaan, mikä puolestaan on suurempi riski komplikaatioille esim. pehmytkudosten paranemisen ja vamman luutumisen suhteen. Sama pätee mikrovaskulaarisiin kielekkeisiin, sillä vaikeammissa vammoissa joudutaan useammin käyttämään mikrovaskulaarisia kielekkeitä, jolloin komplikaatioitakin voidaan odottaa olevan enemmän. Näin pienessä aineistossa näille pohdinnoille ei kuitenkaan siis saatu tilastollisesti merkitsevää varmistusta.

Aineistossa yleisin komplikaatio oli kielekkeellä peitetyn vamma-alueen paikallinen infektio ja siihen saatu antibioottihoito (65 %). Muissa vastaavissa tutkimuksissa infektioiden esiintyvyys on ollut huomattavasti vähäisempi, vaihdellen välillä 6 – 23 % (29,30). Tässä tutkimuksessa kielekealueen infektiolla tarkoitettiin hoitavan lääkärin kliinistä infektioepäilyä, johon aloitettiin ylimääräinen antibioottihoito. Koska kyseessä ovat olleet korkean riskin potilaat, ja mahdollinen kielekkeen menetys on huomattavasti epäsuotuisampi lopputulos, on tämä voinut johtaa antibiootihoidon herkkään aloitukseen aineiston potilaiden kohdalla. Tilastanalyysissä havaittiin enemmän kielekealueen infektiota korkeamman Gustilo-luokan vammoissa, mutta tilastollista merkitsevyyttä ei kuitenkaan todettu. Korkeammassa Gustilo-luokassa vamma on toki huomattavasti vaikeampi pehmytkudosten ja ihon osalta: nekrotisoituvaa ja bakteerien kasvualustaksi sopivaa kudosta on enemmän, ja tietysti itse avovamma, jonka kautta haava voi helposti kontaminoitua, on suurempi.

Tutkimusaineistossa 23/79 (29 %) potilaista tarvitsi sekundaarisen pehmytkudospeiton kielekkeen täydellisen tai osittaisen menetyksen vuoksi. Kielekkeistä siis menetettiin aineistossa yhteensä 23/84 (27 %), ja näistä täydellisiä kielekkeen menetyksiä oli 9/84 (11 %) ja osittaisia 14/84 (17 %). Laajassa vaikeiden avomurtumien katsausartikkelissa (30) kielekkeiden täydellinen menetys vaihteli tutkimuksissa 0 – 15% välillä (painotettu keskiarvo 5,8 %), ja myös pienemmän aineiston alkuperäisartikkelissa (29) saatiin samankaltaisia tuloksia: täydellisesti menetettiin 15 % tehdyistä kielekkeistä, ja osittain 12 %. Saavutetut tutkimustulokset vaikuttaisivat siis tämän parametrin osalta olevan osapuilleen linjassa kansainvälisten tutkimustulosten kanssa. Tässä aineistossa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa paikallisten ja mikrovaskulaaristen kielekkeiden menetyksen välillä: määrällisesti paikallisista kielekkeistä menetettiin 13/46 (28 %), ja mikrovaskulaarisista 10/38 (26 %). Merkitsevää eroa paikallisten ja mikrovaskulaaristen kielekkeiden onnistumisen välillä ei myöskään havaittu 52 potilaan aineistoon perustuvassa alkuperäistutkimuksessa (29). Kiinnostava havainto tämän tutkimuksen aineistosta on sen sijaan, että menetetty primaarinen paikallinen kieleke korvattiin potilailla melko tasaisesti eri vaihtoehdoilla, mutta primaarinen mikrovaskulaarinen kieleke vain kerran sekundaarisella paikallisella kielekkeellä (kts. kuva 6). Tämä toki saattaa kertoa vain siitä, että mikäli alun perinkin on jouduttu turvautumaan mikrovaskulaariseen kielekkeeseen, eivät paikalliset vaihtoehdot välttämättä ole olleet käytettävissä vamman laadusta johtuen.

Aineiston tilastollisissa analyysissä havaittiin potilaan korkean CCI:n vaikuttavan kielekkeen osa- ja totaalimenetyksriskiin. Tämä on loogista, sillä mitä sairaampi potilas on (esim. jos potilaalla on ASO-tauti tai diabetes), sitä todennäköisemmin hänellä voi esiintyä vaskulaarisia ongelmia kielekkeessä, hän voi mobilisoida huonommin, ja myös kooperaatio esim. tuoreen kielekkeen varomisen suhteen voi olla heikompaa. Korkean CCI:n todettiin lisäävän myös sekundaarikielekkeen tai ihonsiirteen tarvetta, luultavasti edellä mainituista syistä johtuen. Täytyy tosin ottaa huomioon, että suurimmalla osalla potilaista (51 kpl) CCI oli nolla, eli korkeampien CCI-pisteiden ryhmät olivat pieniä ja tapahtumat määrältään vähäisiä. Aineiston pieni koko siis vähentää tiedon luotettavuutta, vaikka tilastollisesti merkitseviä eroja havaittiinkin. Toisaalta, CCI:n vaikutus kielekkekorjausten komplikaatioriskiin on havaittu muissakin tutkimuksissa (39). Myös murtuman definitiivinen fiksaatiomenetelmä vaikutti kielekkeen osa- tai totaalimenetyksriskiin, ja komplikaatioita esiintyi eniten levytyspotilailla. Aineistosta ei löytynyt tähän selittäviä tekijöitä. Toisaalta, kansainvälisessä oppikirjallisuudessa on todettu levyfiksoinnin vaativan runsaampaa pehmytkudosten manipulaatiota ja siten lisäävän haavakomplikaatioita (10), mistä voi olla kyse tässäkin tapauksessa. Kielekkeen totaalimenetyksriskiin definitiivisellä fiksaatiomenetelmällä ei kuitenkaan todettu olevan merkitystä. Tämä voi kertoa ennen kaikkea siitä, miten näin pienessä aineistossa tapahtumat jäävät niin harvinaisiksi, ettei tilastollista merkitsevyyttä saavuteta. Kielekkeen menetyksriskiin tai sekundaarisen pehmytkudospeiton tarpeeseen ei tässä aineistossa myöskään ASA-luokalla, Gustilo-luokalla, kielekkeen tyypillä tai kielekkeen tekoajankohdalla havaittu olevan tilastollisesti merkitsevää vaikutusta.

Loppujen lopuksi aineiston potilaista 56/79 (71 %) selvisi täysin ilman sekundaarisia pehmytkudospeittotoimenpiteitä, ja kielekkeiden osalta onnistumisprosentit olivat paikallisissa 33/46 (72 %) ja mikrovaskulaarisissa 28/38 (74 %). Tässä tutkimuksessa onnistuneiksi on siis laskettu vain sellaiset kielekkeet, jotka eivät tarvitse minkäänlaista sekundaarista pehmytkudospeittoa (ihonsiirteellä tai kielekkeellä). Tämä on huomioitava vertailtaessa saatuja tuloksia muiden vastaavien tutkimusten tuloksiin. Kotimaisessa Nieminen et al. tutkimuksessa (36) säärimurtumiin tehtyjen vapaiden mikrovaskulaaristen kielekkeiden onnistumisprosentti oli 98 %, ja tutkimuksessa vain kaksi tehdyistä 104 kielekkeestä menetettiin täydellisesti. Kuitenkin kyseisessä aineistossa tapahtui lisäksi 16 kielekkeen osittaista menetystä infektion tai nekroosin

vuoksi, ja nämä johtivat joko sekundaariseen ihonsiirteeseen tai paikalliseen kielekkeeseen – eli 86/104 (83%) kielekkeistä onnistui ilman sekundaarisia pehmytkudospeittotoimenpiteitä. Tämän huomioiminen tuokin näissä kahdessa eri tutkimuksessa saavutetut tulokset lähemmäksi toisiaan. Näiden tutkimusten vertailussa tulee huomioida myös se, että Nieminen et al. tutkimukseen hyväksyttiin sekä avo- että suljettuja säärimurtumia, ja monille potilaista kielekekorjaus tehtiinkin vasta myöhäisessä vaiheessa komplikaatioiden, esim. infektion vaatimien revisioiden, jälkeen. Nyt tehtyyn tutkimukseen hyväksyttiin mukaan vain 30 päivän sisällä vammasta tehdyt kielekkeet, mutta Nieminen et al. tutkimuksessa mikrovaskulaarinen rekonstruktio tehtiin keskimäärin vasta 22 viikon kuluttua.

Tutkimusaineistossa säärimurtuman luutumattomuus todettiin 30/79 (38 %) potilaalla, ja uusintaleikkaukseen luutumattomuuden takia joutui 26/79 (33 %) potilasta. Saddawi-Konefka et al. julkaisemassa vaikeiden avomurtumien katsausartikkelissa (30) luutumattomuus vaihteli tutkimuksissa 0 – 50 % välillä, ja painotettu keskiarvo oli 15,5 %. Nieminen et al. tutkimuksessa (36) jouduttiin tekemään sekundaarinen operaatio luutumisen takia 34/100 (34 %) potilaalle. Saatu tutkimustulos vaikuttaisi siis olevan linjassa muiden vastaavien tutkimusten tulosten kanssa. Aineiston tilastollisissa analyyseissä havaittiin ison joukon tekijöitä vaikuttavan murtuman luutumattomuuteen: korkea Gustilon luokka, korjausta vaatinut luudefekti, mikrovaskulaarinen kieleke ja aikainen kielekkeen tekoajankohta kasvattivat luutumattomuuden todennäköisyyttä. Näiden kaikkien voidaan kuitenkin katsoa kertovan samasta asiasta, eli vaikeasta vammasta, joiden yhteydessä loogisesti myös luutumisongelmien voidaan odottaa lisääntyvän. Multivarianssianalyyseissä ainoaksi merkitseväksi tekijäksi jäi se, oliko kieleke tehty alle seitsemän vuorokauden kuluessa vammasta vai myöhemmin. Tälle tulokselle ei aineistosta löytynyt selittäviä tekijöitä. Voidaankin pohtia, olisiko kyseinen tulos vain pienestä aineistokoosta johtuvaa sattumaa (kun on valittu tilastollisen merkitsevyyden rajaksi $p < 0,05$, on sattumalöydöksen todennäköisyys 5%). Sinänsä kiinnostavaa on, että tässä aineistossa CCI, ASA-luokka ja definitiivinen fiksaatiomenetelmä eivät näyttäneet vaikuttavan luutumiseen tilastollisesti merkitsevästi.

Muita tutkimuksessa havaittuja merkittäviä kliinisiä komplikaatioita olivat osteomyeliitti, joka todettiin 8/79 (10 %) potilaalla, ja sekundaarinen amputaatio, johon jouduttiin 2/79 (3 %) potilaan kohdalla. Vastaavissa alkuperäisartikkeleissa osteomyeliitin esiintyvyys

oli 10 – 16 % (12,36) ja sääriamputaatioiden esiintyvyys vaihteli välillä 1,7 – 6 % (12,29,36). Myös sääriavomurtumien katsausartikkelissa (30) osteomyeliitin esiintyvyys vaihteli tutkimuksissa 4 – 56 % välillä (painotettu keskiarvo 17,9 %), ja sekundaarinen amputaatio 0 – 27 % välillä (painotettu keskiarvo 7,3 %). Näitä komplikaatioita ilmeni siis tässä tutkimuksessa jopa vähemmän kuin kyseisen katsausartikkelin tutkimuksissa keskimäärin. Tulokset saattavat osittain selittyä tutkimusaineistossa havaitulla aggressiivisella infektioepäilyjen hoidolla, eli infektioita raportoitiin runsaasti ja niitä hoidettiin herkästi antibiooteilla. Myös pehmytkudoksen uusintarevisioiden määrä oli tässä aineistossa suuri (46 %), mikä saattoi osaltaan ehkäistä infektioiden etenemistä aina syvälle luuhun asti.

Tutkimustulosten luotettavuuteen ja yleistettävyyteen vaikuttavat merkittävästi käytetty tutkimusmenetelmä ja kerätty aineisto. Kyseessä oli retrospektiivinen potilasasiakirjatutkimus, joka tutkimusmenetelmänä pitää sisällään useita mahdollisia virhelähteitä. Retrospektiivisesti kerätty data on aina heikompaa kuin prospektiivisesti kerätty, sillä tarvittavat tiedot eivät ole välttämättä saatavilla kaikista potilaista ja kirjausten laatu vaihtelee. Aineiston keruu suoritettiin yhden ihmisen toimesta, jolloin erot tilastoinnin laadussa ovat vähäisemmät, mutta mahdollisen systemaattisen virheen riski kasvaa. Kuten jo useasti mainittu, myös tutkimuksen aineisto oli varsin suppea, joka asettaa omat haasteensa: potilasaineiston pienestä koosta johtuen tehtyjen tilastollisten analyysien tulokset eivät ole täysin luotettavia. Aineiston potilaiden kielekerekonstruktioleikkaukset olivat samassa yksikössä tehtyjä, mikä vähentää eri klinikoiden mahdollisesti erilaisista toimintatavoista aiheutuvia virhelähteitä. Toisaalta, osa potilaista sai primaari- ja/tai jatkohoitoa kotipaikkakunnallaan, mikä puolestaan voi aiheuttaa virhettä tuloksiin.

Jatkossa olisi mielenkiintoista kasvattaa aineiston kokoa ja seurata, saadaanko suuremmalla potilasmäärällä enemmän sellaisia tilastollisesti merkitseviä tuloksia, joista osasta saatiin nyt vain viitteitä. Lisäksi, vaikka tutkimuksessa kerättiin ja raportoitiin laajasti säären kielekerekonstruktioiden tuloksia, ei hoidettujen alaraajojen funktionaalisesta lopputuloksesta ja potilaiden nykyisestä elämänlaadusta ole tietoa. Aiheesta on viime aikoina saatu mielenkiintoisia tutkimustuloksia (32), ja tämä olisikin mahdollisuus jatkotutkimukselle myös tässä potilasaineistossa. Vaikka säärimurtuman esiintyvyys onkin Suomessa viime vuosina laskenut (1), voi yksittäistapahtumakin

luonnollisesti olla äärimmäisen merkittävä ja elämää mullistava sille potilaalle, kenen kohdalle se osuu.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että säären avomurtumien kielekekorjaukset ovat haastavia ja komplikaatioherkkiä toimenpiteitä, mutta niiden avulla raaja saadaan yleensä pelastettua eli vältetään amputaatiolta. Tämän tutkimuksen tulosten avulla ei pystytty tuottamaan yleispäteviä, kaikille potilaille sovellettavissa olevia hoito-ohjeita kielekevalintaa koskien. Tulos oli toisaalta odotettavissa, sillä jokaisessa avosäärimurtumatapauksessa on omat, ainutlaatuiset haasteensa. Säären avomurtuma onkin lähes aina vaikea vamma, jonka hoitopäätöksiä ja erityisesti kielekevalintoja tehdessä tulee huomioida yksilöllisesti niin potilaan aiempi terveydentila kuin vamman laatu, sillä ne vaikuttavat merkittävästi saavutettavaan lopputulokseen.

Lähdeluettelo

- (1) Laurila J, Huttunen TT, Kannus P, Kaariainen M, Mattila VM. Tibial shaft fractures in Finland between 1997 and 2014. *Injury* 2019 Apr;50(4):973-977.
- (2) Kroger H, Aro H, Bostman O, Lassus J, Salo J. *Traumatologia*. 7th ed.: Kandidaattikustannus Oy; 2010.
- (3) Kuokkanen H, Holmstrom H, Åbyholm FE, Drzewiecki KT. *Scandinavian Plastic Surgery*. 1st ed. Denmark: Studentlitteratur AB; 2008.
- (4) Tukiainen E, Suominen S. Kudoskielekkeet rekonstruktivisen plastiikkakirurgian arkea. *Duodecim* 2007;123(8):987-997.
- (5) Weber CD, Hildebrand F, Kobbe P, Lefering R, Sellei RM, Pape HC, et al. Epidemiology of open tibia fractures in a population-based database: update on current risk factors and clinical implications. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2018 Feb 2.
- (6) Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am* 1976 Jun;58(4):453-458.
- (7) Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma* 1984 Aug;24(8):742-746.
- (8) Kyrö A, Venesmaa P, Helminen A, Laine H, Malmivaara A, Ristiniemi J, et al. Aikuispotilaan säärimurtuman hoito. *Duodecim* 2011;127(17):1815-1816.
- (9) Leppäniemi A, Kuokkanen H, Salminen P, Aho P, Ripatti T, Schmidt H. *Kirurgia*. . 3, uudistettu painos ed. Helsinki; Tallinna: Duodecim; Printon; 2018. p. 698-782.
- (10) Canale ST, Beaty JH, Campbell WC. *Campbell's operative orthopaedics*. 12th ed. St. Louis, Mo. ; London: Mosby; 2012.

- (11) Chung KC, Gosain A, Guntner GC, Mehrara BJ, Thorne C. *Grabb and Smith's plastic surgery*. Seventh ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2014.
- (12) Wagels M, Rowe D, Senewiratne S, Read T, Theile DR. Soft tissue reconstruction after compound tibial fracture: 235 cases over 12 years. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2015 September 01;68(9):1276-1285.
- (13) Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plast Reconstr Surg* 1986 Sep;78(3):285-292.
- (14) Wood T, Sameem M, Avram R, Bhandari M, Petrisor B. A systematic review of early versus delayed wound closure in patients with open fractures requiring flap coverage. *J Trauma Acute Care Surg* 2012 Apr;72(4):1078-1085.
- (15) Mathews JA, Ward J, Chapman TW, Khan UM, Kelly MB. Single-stage orthoplastic reconstruction of Gustilo-Anderson Grade III open tibial fractures greatly reduces infection rates. *Injury* 2015 Nov;46(11):2263-2266.
- (16) Masquelet AC, Begue T. The concept of induced membrane for reconstruction of long bone defects. *Orthop Clin North Am* 2010 Jan;41(1):27-37; table of contents.
- (17) Tukiainen E, Asko-Seljavaara S, Lepantalo M. Microsurgical reconstruction in the salvage of lower extremities. *Duodecim* 1996;112(16):1442-1449.
- (18) Levin LS. The reconstructive ladder. An orthoplastic approach. *Orthop Clin North Am* 1993 Jul;24(3):393-409.
- (19) Gottlieb LJ, Krieger LM. From the reconstructive ladder to the reconstructive elevator. *Plast Reconstr Surg* 1994 Jun;93(7):1503-1504.
- (20) Medina ND, Kovach SJ, 3rd, Levin LS. An evidence-based approach to lower extremity acute trauma. *Plast Reconstr Surg* 2011 Feb;127(2):926-931.
- (21) Hallock GG. Utility of both muscle and fascia flaps in severe lower extremity trauma. *J Trauma* 2000 May;48(5):913-917.

- (22) Lorenzetti F, Lazzeri D, Bonini L, Giannotti G, Piolanti N, Lisanti M, et al. Distally based peroneus brevis muscle flap in reconstructive surgery of the lower leg: Postoperative ankle function and stability evaluation. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2010 Sep;63(9):1523-1533.
- (23) Hasegawa M, Torii S, Katoh H, Esaki S. The distally based superficial sural artery flap. *Plast Reconstr Surg* 1994 Apr;93(5):1012-1020.
- (24) Wei FC, Jain V, Celik N, Chen HC, Chuang DC, Lin CH. Have we found an ideal soft-tissue flap? An experience with 672 anterolateral thigh flaps. *Plast Reconstr Surg* 2002 Jun;109(7):2219-30.
- (25) Gopal S, Majumder S, Batchelor AG, Knight SL, De Boer P, Smith RM. Fix and flap: the radical orthopaedic and plastic treatment of severe open fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg Br* 2000 Sep;82(7):959-966.
- (26) Heller L, Levin LS. Lower extremity microsurgical reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2001 Sep 15;108(4):1029-41; quiz 1042.
- (27) Yazar S, Lin CH, Lin YT, Ulusal AE, Wei FC. Outcome comparison between free muscle and free fasciocutaneous flaps for reconstruction of distal third and ankle traumatic open tibial fractures. *Plast Reconstr Surg* 2006 Jun;117(7):2468-7.
- (28) Cho EH, Shammass RL, Carney MJ, Weissler JM, Bauder AR, Glener AD, et al. Muscle versus Fasciocutaneous Free Flaps in Lower Extremity Traumatic Reconstruction: A Multicenter Outcomes Analysis. *Plast Reconstr Surg* 2018 Jan;141(1):191-199.
- (29) Franken JM, Hupkens P, Spauwen PH. The treatment of soft-tissue defects of the lower leg after a traumatic open tibial fracture. *Eur J Plast Surg* 2010 Jun;33(3):129-133.
- (30) Saddawi-Konefka D, Kim HM, Chung KC. A systematic review of outcomes and complications of reconstruction and amputation for type IIIB and IIIC fractures of the tibia. *Plast Reconstr Surg* 2008 Dec;122(6):1796-1805.

- (31) Parrett BM, Matros E, Pribaz JJ, Orgill DP. Lower extremity trauma: trends in the management of soft-tissue reconstruction of open tibia-fibula fractures. *Plast Reconstr Surg* 2006 Apr;117(4):1315-4.
- (32) Rounds AD, Burt KE, Leland HA, Alluri RK, Badash I, Patel KM, et al. Functional outcomes of traumatic lower extremity reconstruction. *J Clin Orthop Trauma* 2019;10(1):178-181.
- (33) Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 2004 Aug;240(2):205-213.
- (34) Bui DT, Cordeiro PG, Hu QY, Disa JJ, Pusic A, Mehrara BJ. Free flap reexploration: indications, treatment, and outcomes in 1193 free flaps. *Plast Reconstr Surg* 2007 Jun;119(7):2092-2100.
- (35) Harris AM, Althausen PL, Kellam J, Bosse MJ, Castillo R, Lower Extremity Assessment Project (LEAP) Study Group. Complications following limb-threatening lower extremity trauma. *J Orthop Trauma* 2009 Jan;23(1):1-6.
- (36) Nieminen H, Kuokkanen H, Tukiainen E, Asko-Seljavaara S. Free flap reconstructions of 100 tibial fractures. *J Trauma* 1999 Jun;46(6):1031-1035.
- (37) Preidl RH, Wehrhan F, Schlittenbauer T, Neukam FW, Stockmann P. Perioperative factors that influence the outcome of microsurgical reconstructions in craniomaxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2015 Jul;53(6):533-537.
- (38) Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis* 1987;40(5):373-383.
- (39) Lese I, Grobbelaar AO, Sabau D, Georgescu AV, Constantinescu MA, Olariu R. The Propeller Flap for Traumatic Distal Lower-Limb Reconstruction: Risk Factors, Pitfalls, and Recommendations. *J Bone Joint Surg Am* 2019 Dec 4.
- (40) Park JW. Reconstruction of Traumatic Soft Tissue Defect: Local Flap. *J Korean Fract Soc* 2010;23(2):251-256.

Liite: Koontitaulukot keskeisimmistä tutkimustuloksista

Taulukko 1: Potilaiden esitiedot ja tiedot vammoista

Potilaiden tiedot

	kpl	%
Yhteensä	79	100
Sukupuoli		
Mies	57	72
Nainen	22	28
	vaihteluväli	mediaani
Ikä	16-96	42
Charlson Comorbidity Index	0-7	0
	kpl	%
Sääriavomurtuman etiologia		
Liikenneonnettomuudet	35	44
Putoamiset	17	22
Muut syyt	27	34
ASA-luokka		
I	17	21
II	22	28
III	23	29
IV	10	13
V	7	9
Gustilon luokka		
I	4	5
II	26	33
IIIA	17	22
IIIB	23	29
IIIC	9	11

Taulukko 2: Potilaiden saama hoito

Hoito	kpl	%
Korjattu verisuonivamma	9	11
Faskiotomiat	25	31
Alipaineimuhoido	66	84
Murtuman definitiivinen kiinnitys		
Levytys	39	49
Ydinnaulaus	30	38
Eksternifiksaattori	10	13
Korjattu luudefekti	21	27
Kielekkeet	84	100
Paikalliset, tehty 41 (52%) potilaalle	46	55
Soleus	11	13
Gastrocnemius	9	11
Paikallinen iho-subkutis	7	8
Propeller	6	7
Hemisoleus	4	5
Suralis	4	5
Peroneus brevis	4	5
Flexor digitorum longus	1	1
Mikrovaskulaariset, tehty 38 (48%) potilaalle	38	45
Latissimus dorsi	25	30
ALT	7	8
Gracilis	5	6
Medial sural artery perforator	1	1

Taulukko 3: Komplikaatiot

Komplikaatiot	Yhteensä (79 potilasta, 84 kielekettä)		Paikalliset kielekkeet (41 potilasta, 46 kielekettä)		Mikrovaskuulariset kielekkeet (38 potilasta, 38 kielekettä)	
	Kpl	%	Kpl	%	Kpl	%
Kaikki komplikaatiot	74	94	38	93	36	95
Vaikeat (Clavien-DindoziIIIb) komplikaatiot	41	52	16	39	25	66
Infektiot						
Kielekealuheen infektio	51	65	24	59	27	71
Abskessi	6	8	2	5	4	11
Ruusu/selluliitti	11	14	5	12	6	16
Osteomyeliitti	8	10	5	12	3	8
Sepsis	2	3	1	2	1	3
Kielekkeen laskimoverenkierron ongelmat						
Hematooma	2	3	0	0	2	5
Laskimotukos	4	5	0	0	4	11
Kielekkeen leikkaussairus	36	46	17	41	19	50
Kielekkeen menetys						
Täydellinen	9	11*	6	13*	3	8*
Osittainen	14	17*	7	15*	7	18*
Luumattomuus	30	38	11	27	19	50
Uusintaleikkaus	26	33	8	20	18	47
Paikallistoimenpide	2	3	1	2	1	3
Amputaatio	2	3	1	2	1	3
Kuolema (vakavien primaarivammojen vuoksi)	1	1	1	2	0	0
Kielekkeen ottokohdan ongelma	4	5	2	5	2	5
Hematooma	1	1	1	2	0	0
Paikallinen infektio	3	4	1	2	2	5
Kielekkeen trimmaus ^{*)}	15	19	2	5	13	34

^{*)} Laskettu kielekkeiden määrästä
^{**)} Ei laskettu komplikaatiksi