

Operatiivisesti hoidettujen olkavarsimurtumien luutuminen Tyksissä vuosina 2001-2022

Miila Tammisto

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Kevät 2026

Miila Tammisto

Operatiivisesti hoidettujen olkavarsimurtumien luutuminen Tyksissä vuosina 2001-2022

Kliininen laitos, ortopedia ja traumatologia

Kevät 2026

Vastuhenkilö: Elina Ekman

TURUN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta

TAMMISTO MIILA: Operatiivisesti hoidettujen olkavarsimurtumien luutuminen Tyksissä 2001-2022

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 23 s.

Kliininen laitos, ortopedia ja traumatologia

Kevätlukukausi 2026

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin vuosina 2001-2022 Turun yliopistollisessa keskussairaalassa (Tyks) operatiivisesti hoidettuja olkavarsimurtumapotilaita ja näiden murtumien luutumista. Tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa luutumattomuuden esiintymistä Tyksissä operatiivisesti hoidetuissa olkavarsimurtumissa suhteessa kansainvälisesti raportoituihin määriin. Myös potilasdemografisia eroja kartoitettiin ongelmitta luutuneiden ja luutumattomuudesta kärsineiden välillä. Tarkoituksena oli nähdä, esiintyykö luutumattomuutta enemmän esimerkiksi tietyllä vammamekanismilla syntyneissä murtumissa, tietyn ikäisillä tai tupakoivilla potilailla. Näitä tuloksia verrattiin aiempaan tutkimustietoon luutumattomuuden riskitekijöistä. Tällä tiedolla voitaisiin mahdollisesti tunnistaa suuremmassa luutumattomuuden riskissä olevat potilaat ja seurata heitä tarkemmin.

Tutkimus toteutettiin retrospektiivisenä rekisteritutkimuksena. Kaikki olkaluun diafyysimurtuman diagnoosilla vuosina 2001-2022 Tyksissä hoidetut potilaat haettiin Auria tietopalvelusta.

Tutkimusaineiston ulkopuolelle suljettiin patologiset murtumat, alle 16-vuotiaiden murtumat, ulkopaikkakuntalaiset, väärät diagnoosit, rasitusmurtumat, murtumat ennen vuotta 2001 sekä seurannasta pudonneet potilaat. Tutkimukseen sisällytettiin lopulta 709 potilasta, joista kerättiin Uranus-potilastietojärjestelmästä demografisia tietoja, kuten ikä, sukupuoli, murtuman puoli, murtuman viikonpäivä, perussairaudet, tupakointi, luutumattomuus ja mahdollisen luutumattomuuden hoitomenetelmä. Koko aineistosta tähän tutkimukseen poimittiin 331 potilasta, joiden hoitolinja oli alusta alkaen operatiivinen.

Tutkimuksessa todettiin Tyksissä operatiivisesti hoidettujen olkavarsimurtumien luutumattomuuden vastaavan kansainvälisessä kirjallisuudessa kuvattua tasoa. Tilastollisissa analyyseissä todettiin 46–65-vuoden iän olevan yhteydessä suurimpaan riskiin luutumattomuuden suhteen verrattuna muihin ikäryhmiin. Myös murtuman proksimaalisella sijainnilla olkaluun varressa sekä suuremmalla vammaenergialla vaikuttaisi olevan yhteys suurempaan luutumattomuuden riskiin. Näitä löydöksiä tukee aikaisempi tutkimus luutumattomuuden riskitekijöistä. Sukupuolten välillä ei ollut eroa luutumattomuuden riskin suhteen. Tulevaisuudessa on tärkeää tunnistaa suuremmassa luutumattomuuden riskissä olevat potilaat, jotta heitä voidaan seurata tarkemmin ja välttää luutumattoman murtuman aiheuttamaa inhimillistä kärsimystä, yläraajan toiminnanvajausta sekä pitkittynyttä työkyvyttömyyttä.

Avainsanat: luutumattomuus, olkaluun diafyysimurtuma

Sisällysluettelo

1	Johdanto	5
2	Kirjallisuuskatsaus	6
2.1	Diagnosointi ja murtumien luokittelu	6
2.2	Hoitomuodon valinta	7
2.3	Luutuminen	8
2.4	Luutumattomuus	9
2.5	Luutumattomuuden hoito	10
3	Aineisto ja menetelmät	11
3.1	Aineisto ja menetelmät	11
4	Tulokset	14
4.1	Potilasdemografia	14
	Taulukko 1. Tutkimusaineiston potilaat	15
5	Pohdinta	18
5.1	Potilasdemografia ja luutumattomuus	18
5.2	Tupakoinnin vaikutus	19
5.3	Vammaenergia	19
5.4	Lopuksi	20
	Lähteet	21

1 Johdanto

Olkavarren keskiosan eli diafyysin murtumat kattavat 1–3% kaikista ihmisten murtumista.¹ Olkavarren murtumia hoidetaan sekä konservatiivisesti että operatiivisesti eli ilman leikkausta ja leikkaamalla. Suomessa eniten käytetty leikkausmenetelmä olkavarren murtumien hoidossa on avoreduktio ja levytys. Sekä konservatiiviseen että operatiiviseen hoitoon liittyy luutumattomuuden riski¹. Luutumattomaksi määritellään murtuma, joka ei ole luutunut yhdeksässä kuukaudessa tai jossa ei ole ollut lainkaan edistymistä luutumisen suuntaan viimeisen kolmen kuukauden aikana.² Erään tutkimuksen mukaan operatiivisesti hoidetuista olkavarren murtumista 4% jäi luutumatta ja 33% potilaista luutuminen oli hidastunutta.³

Murtuman luutumattomuus on merkittävä terveyshaitta potilaalle. Luutumaton murtuma voi aiheuttaa kroonista kipua, liikerajoitteita sekä olkavarsimurtuman tapauksessa yläraajan toiminnan rajoitteita⁴. Luutumattomasta olkavarsimurtumasta kärsivät potilaat kokivat vuonna 2022 tehdyn tutkimuksen mukaan elämänlaatunsa huonommaksi, kuin astmaa tai tyypin 2 -dibetesta sairastavat⁴. Potilaan kokeman elämänlaadun heikkenemisen lisäksi luutumattomien olkavarsimurtumien hoito aiheuttaa myös yhteiskunnalle merkittäviä kustannuksia⁵. Taloudelliset vaikutukset välittyvät myös työkyvyttömyyden kautta.

Tässä tutkimuksessa kerättiin tiedot kaikista Turun yliopistollisessa keskussairaalassa operatiivisesti hoidetuista olkavarsimurtumista vuosilta 2001–2022 ja tutkittiin luutumattomuuden esiintymistä eri demografisissa ryhmissä. Tarkoituksena oli selvittää, esiintyykö luutumattomuutta enemmän tietynlaisella vammamekanismilla, kuten liikennetapaturmassa, aiheutuneissa murtumissa tai vaikuttavatko esimerkiksi potilaan ikä, sukupuoli tai tupakoiminen luutumattomuuteen. Tiedot tutkimusta varten poimittiin Uranus-potilastietojärjestelmästä. Kyseessä oli retrospektiivinen rekisteritutkimus.

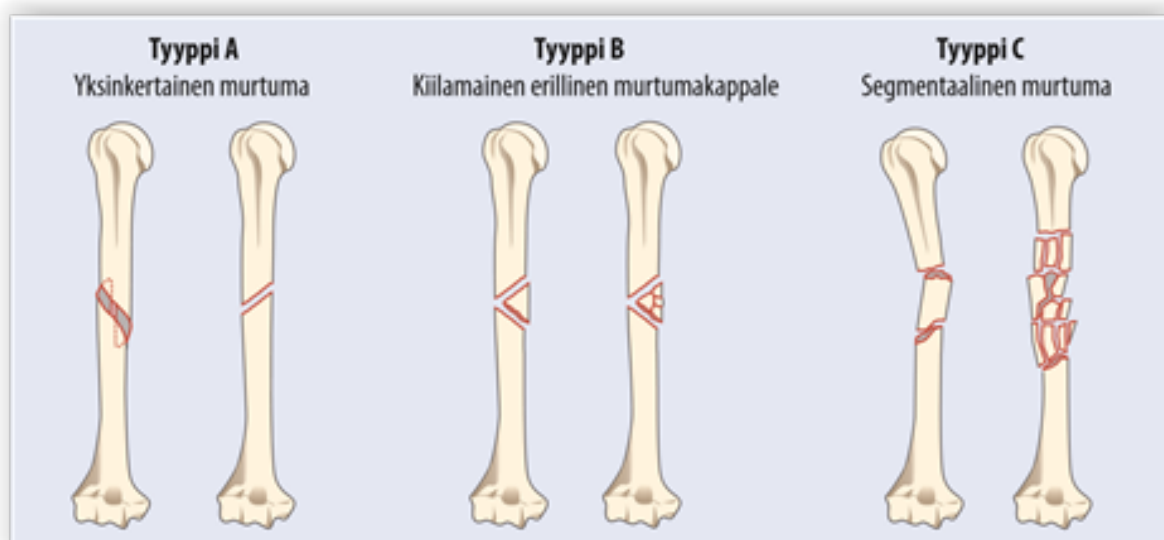
2 Kirjallisuuskatsaus

Humeruksen eli olkaluun murtumat ovat varsin yleisiä murtumia ja kattavat 7–8% aikuisten murtumista länsimaissa.⁶ Olkaluun murtumat voidaan jakaa kolmeen ryhmään: proksimaalisiin murtumiin, diafyysin murtumiin ja distaalisiin murtumiin. Murtuma luokitellaan proksimaaliseksi, jos se sijaitsee humeruksen anatomisen tai kirurgisen kaulan alueella tai kohdistuu humeruksen tuberkkeleihin (*tuberculum majus* tai *tuberculum minus*). Diafyysin murtumat puolestaan sijaitsevat olkaluun varren alueella kirurgisen kaulan distaalipuolella ja epikondyylien proksimaalipuolella⁷. Sen sijaan distaaliseksi olkaluun murtumiksi luokitellaan suprakondylaariset murtumat, yhden kondyylin murtumat ja humeruksen distaaliseen nivelpintaan ulottuvat murtumat⁸. Tässä tutkimuksessa tutkittiin olkavarren diafyysin murtumia, joita on kaikista ihmisten murtumista tutkimusten mukaan 1–3%¹. Näitä murtumia esiintyy kaikissa ikäryhmissä nuorista ikääntyneisiin. Nuoremmissa ikäryhmissä murtuma on useammin tullut korkeaenergisestä vamman seurauksena kun taas vanhemmissa ikäryhmissä kaatumiset ovat yleinen vammamekanismi⁸.

2.1 Diagnostiikka ja murtumien luokittelu

Olkavarren murtumaa tulee epäillä, kun taustalla on olkavarren alueelle kohdistunut vamma ja olkavarren alue on voimakkaan kivulias. Kliinisinä löydöksinä on usein olkavarren punoitus ja turvotus sekä potilaan kyvyttömyys nostaa käsivartta kovan kivun vuoksi. Diagnostiikka varmistetaan röntgenkuvalla. Usein otetaan AP-suunnan (etu-takasuunta) kuva sekä lateraalinen kuva. Murtuman seurauksena voi tulla vammoja myös alueella kulkeviin hermoihin. Olkavarren diafyysimurtumissa värttinähermon venytys- ja puristusvammojen esiintyvyys on arvioitu olevan 4–22%⁷. Erityisen suuri riski hermovauriolle on humeruksen distaalisen kolmanneksen kierteisissä murtumissa.⁹ Tämän vuoksi ennen murtuman hoitamista on tärkeää varmistua olkavarren hermojen ja verisuonten toiminnasta. Potilaalta on testattava värttinähermon (*n. radialis*) toiminta pyytämällä häntä ojentamaan sormia ja rannetta. Myös ihotunto peukalonhangasta on testattava ja kirjattava potilaskertomukseen. Värttinähermon mahdollisella vauriolla voi olla vaikutusta hoitomuodon valintaan. Jos värttinähermossa todetaan toimintahäiriö, edetään matalammalla kynnyksellä leikkaushoitoon, varsinkin jos se olisi muutenkin perusteltua. Värttinähermon toimintahäiriö ei kuitenkaan yksinään ole syy päätyä operatiiviseen hoitoon.

Olkavarren diafyysimurtumien luokittelussa käytetään kansainvälistä AO-luokitusta. Luokituksessa humeruksen diafyysimurtumat jaetaan luokkiin A, B ja C (kuva 1). Luokassa A murtumat ovat yksinkertaisia poikkimurtumia, kierteisiä murtumia tai viistoja murtumia, joissa olkaluu on murtuman seurauksena mennyt kahteen osaan. Tyypin B murtumissa luusta on irronnut perhosfragmentti ja luu on kolmessa osassa. Luokassa C murtumat ovat pirstaleisia⁷. Tässä tutkimuksessa murtumat jaettiin vielä sijainnin mukaan ryhmiin a, b ja c sen mukaan, kuinka proksimaalisesti (a), keskellä (b) tai distaalisesti (c) murtuma sijaitsi.



Kuva 1. Olkavarsimurtumien AO-luokitus. Lähde: duodecimlehti.fi.

2.2 Hoitomuodon valinta

Humeruksen diafyysimurtumia hoidetaan sekä konservatiivisesti että operatiivisesti. Tämänhetkinen tutkimustieto ei ole pystynyt aukottomasti osoittamaan kummankaan hoitomuodon olevan toista selkeästi parempi. Kuitenkin Van Bergen et al. 2023 raportoivat julkaisussaan, että operatiivinen hoito johti parempaan luutumisen todennäköisyyteen ja toiminnalliseen lopputulokseen sekä vähäisempiin komplikaatioihin¹⁰. Toisaalta Rämö et al. 2020 totesivat artikkelissaan, että leikkauksella ei saavutettu tilastollisesti merkitsevästi parempaa toiminnallista lopputulosta kuin ortoosihoidolla¹. Tässä tutkimuksessa tosin useita potilaita konservatiivisen hoidon ryhmästä päädyttiin lopulta seuranta-aikana leikkaamaan luutumattomuuden vuoksi.

Konservatiivinen hoito toteutetaan yleensä ortoosilla, joka tuli käyttöön 1970-luvulla. Ortoosin toiminta perustuu sen vastapainetta pehmytkudoksille tuottavaan vaikutukseen. Ortoosia tulee kiristää pehmytkudosturvotuksen laskiessa, jotta riittävä puristus murtuma-alueella säilyy. Ortoosihoidon kesto on 8–16 viikkoa. Hoidon aikana tulee ottaa röntgenkuvia, jotta nähdään luutumisen edistyminen⁷. Tutkimusten mukaan humeruksen diafyysimurtumien ortoosihoidossa luutumattomuuden esiintyminen on keskimäärin 5,5%¹¹. Hoidon komplikaatioina voi esiintyä nivelten, kuten kyynärnivelen, jäykkyyttä, liikeradan vajausta sekä olkavarren deformiteettia, jos murtuma ei ole luutunut täysin suoraksi.

Konservatiivisen hoidon sijaan olkavarren murtuma voidaan hoitaa myös leikkaamalla. Leikkaus tulee kyseeseen, jos ortoosilla ei saada murtumaa riittävän hyvään asentoon, murtuman alueella on runsaasti pehmytkudostraumaa, hartiapunokseen on aiheutunut hermovaurio tai murtuma on patologinen⁷. Monet leikkausindikaatiot ovat suhteellisia ja leikkauspäätös tulee tehdä potilaan kokonaistilanne ja toimintakyky huomioiden. Myös potilaan omaa toivetta ja sitoutumista hoitoon tulee kuunnella¹².

Suomessa käytetyin leikkausmenetelmä olkavarsimurtumien hoidossa on avoreduktio ja levytys¹². Menetelmässä murtuman alue paljastetaan pitkittäisellä viillolla ja sen päälle asetetaan levy, joka kiinnitetään luuhun useilla murtuman molemmille puolille asettuvilla kortikaalisilla ruuveilla tai lukkoruuveilla. Toinen leikkausmenetelmä on murtuman ydinnalaus, jota käytetään yleisimmin patologisten olkavarsimurtumien hoidossa. Menetelmässä luun ydinonteloon riimataan tila pitkälle naulalle, joka pitää murtuman yhdessä. Ydinnaula kiinnitetään muutaman molemmin puolin asettuvilla ruuveilla. Leikkaus vaatii pienemmän ihoviillon kuin levytys.

2.3 Luutuminen

Murtuma vaatii parantuakseen luutumisen, joka on monimutkainen biologinen prosessi. Heti trauman jälkeen alueelle muodostuu verenvuodon seurauksena hematooma. Luutumista edistävät alkuun runsaasti erittyvät proinflammatoriset välittäjäaineet eli sytokiinit, kuten TNF- α , IL-1, IL11 sekä IL18. Tämän jälkeen murtuma-alueelle kulkeutuu mesenkymaalisia kantasoluja. Nämä mesenkymaaliset kantasolut muuttuvat ensin kondrosyyteiksi, jotka muodostavat rustoisen pohjan tulevalle luulle. Muodostunut rusto mineralisoituu ja

muokkautuu vähitellen kestävämpään fyysistä kuormitusta. Luun muokkautuminen eli remodellaatio on prosessi, joka kestää jopa useita vuosia.¹³

Murtuman jälkeen luutumisen voi tapahtua kahta reittiä pitkin: epäsuorasti tai suorasti. Näistä yleisempi on epäsuora luutumisen, joka ei vaadi murtuman täydellistä stabilointia esimerkiksi leikkauksen avulla, ja luutumista jopa tehostaa pieni mikroliike. Tämä luutumisen muoto tapahtuu erityisesti murtumia konservatiivisesti hoidettaessa. Myös murtuman ydinnaulaus mahdollistaa murtuman pienen liikkeen, jolloin luutumisen tapahtuu epäsuorasti.¹⁴

Suorassa luutumisessa luutumisen vaatii murtuman tarkan anatomisen reduktion eli luun päiden asettamisen paikoilleen. Tämän lisäksi vaatimuksena on murtuma-alueen tiukka stabilointi, joka saavutetaan esimerkiksi levytyksellä. Näin murtuman alueelle ei tule mikroliikettä ja luutumisen voi tapahtua suorasti.

2.4 Luutumattomuus

Murtuman luutumattomuuden määritelmänä pidetään sitä, jos murtuma ei ole yhdeksässä kuukaudessa luutunut tai luutumisen ei ole lainkaan edistynyt kolmen kuukauden aikana². Luutumista kutsutaan hidastuneeksi, jos 12 viikkoa murtuman jälkeen ei ole todettavissa kliinisiä tai radiologisia merkkejä luutumisesta¹⁵. Vuonna 2017 julkaistun meta-analyysin mukaan luutumattomuuden esiintyvyys kaikissa ihmisten murtumissa on 1,9%¹⁶. Toisaalta toisessa vuonna 2016 tehdyssä tutkimusartikkelissa, jossa tarkasteltiin 18 eri luun murtumien luutumista, luutumattomuuden esiintyminen oli 4,9%¹⁷.

Luutumattomuutta on tutkittu myös erityisesti olkaluun varren murtumien suhteen. Eri tutkimuksissa konservatiivisesti hoidettujen olkavarsimurtumien luutumattomuus on saatu 20,6 – 33 %^{3,18–21}. Operatiivisesti hoidetuissa olkavarsimurtumissa luutumattomuus on todettu keskimäärin vähäisemmäksi ja esiintyminen on ollut 4 – 10,2 %^{3,19,20}.

Kun murtuma jää luutumatta, taustalla on joko murtuma-alueen riittämätön stabiilius, huonontunut biologinen potentiaali luutumiselle tai molemmat². Luutumattomuudelle altistavat useat potilaaseen, vammamekanismiin ja ympäristöön liittyvät tekijät. Sairauksia, jotka altistavat murtumien luutumattomuudelle ovat tyyppi 1 ja 2 diabetes, nivelreuma,

lihavuus sekä vajaaravitsemus^{2,22}. Elintavoista tupakointi on liitetty voimakkaasti luutumattomuuteen, sillä nikotiini estää TNF- α :n eritystä²³. Tupakan sisältämä hiilimonoksidi aiheuttaa myös hypoksiaa ja huonontaa tämän vuoksi luutumista²⁴. Muista tekijöistä korkea vammaenergia on myös tunnistettu luutumattomuuden riskitekijäksi²⁰.

Tulehduskipulääkkeiden vaikutuksesta luutumisen hidastumiseen ja luutumattomuuteen on ollut ristiriitaista tutkimusnäyttöä. Tuore meta-analyysi vuodelta 2024 kuitenkin osoitti, että tulehduskipulääkkeiden käyttäjien ja niitä käyttämättömien potilaiden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa luutumattomuudessa²⁵ Useiden tutkimusten mukaan olkaluun varren proksimaalikulmanneksen murtumissa esiintyy enemmän luutumattomuutta kuin keski- tai distaalikulmanneksen murtumissa^{18,26,27}.

2.5 Luutumattomuuden hoito

Jos olkavarren murtuma jää luutumatta joko konservatiivisen tai operatiivisen hoidon jälkeen, leikkaus on ainoa hoitovaihtoehto. Ainoastaan potilaan ollessa hyvin huonokuntoinen ja yläraajan käytön vaatimusten ollessa matalat, voidaan tyytyä luutumattomaan lopputulokseen. Koska luutumattomuuden taustalla on murtuman riittämätön stabiilius, huonontunut biologinen potentiaali luutumiselle tai molemmat, täytyy hoitomuodon puuttua näihin ongelmiin. Maailmalla luutumattomien olkavarsimurtumien hoidossa on käytössä kaksi leikkaustekniikkaa; levytys sekä ydinnaulaus²⁸. Kummankin leikkausmenetelmän yhteydessä voidaan joko käyttää tai olla käyttämättä luunsiirrettä vauhdittamassa luutumista. Luunsiirre otetaan yleensä potilaan omasta suoliluusta, jolloin kyseessä on autologinen luunsiirre²⁹. Levytys tai ydinnaulaus stabiloivat murtuma-aluetta ja luunsiirre parantaa alueen biologista luutumispotentiaalia.

Peters ym. tarkastelivat vuonna 2015 julkaistussa meta-analyysissä edellä mainittujen leikkausmenetelmien tehokkuutta luutumattomien olkavarsimurtumien hoidossa²⁸. He totesivat parhaaksi leikkausmenetelmäksi levytyksen yhdistettynä autologiseen luunsiirteeseen. Tällä menetelmällä luutuminen saavutettiin 98% potilaista. Pelkällä levytyksellä luutuminen tapahtui 95% potilaista. Ydinnaulauksella yhdistettynä autologiseen luunsiirteeseen saatiin aikaan luutuminen 88% potilaista ja vastaavasti pelkällä ydinnaulauksella vain 66% murtumista luutui.

3 Aineisto ja menetelmät

Tässä tutkimuksessa tutkimusmenetelmänä oli kuvaileva ja vertaileva retrospektiivinen rekisteritutkimus. Potilaisiin ei oltu erikseen yhteydessä tutkimusta varten.

3.1 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen aineisto koostui vuosina 2001–2022 Turun yliopistollisessa keskussairaalassa hoidetuista olkavarsimurtumapotilaista.

Auria Tietopalvelun kautta poimittiin kaikki potilaat, joille oli Tyksin alueella kirjattu diagnoosiksi S42.3 (olkavarren murtuma) aikavälillä 1.1.2001–31.12.2022 murtuman hoitotavasta riippumatta. Näinä vuosina murtumapotilaita hoidettiin myös Salon ja Vakka-Suomen sairaaloissa, ja nämä potilaat ovat mukana aineistossa. Jokainen diagnoosikoodin merkintä kirjaantui erillisenä tapahtumana, ja ensin poistettiin henkilötunnusten monikkokappaleet. Diagnoosikoodilla S42.3 erillisiä potilaita löytyi aineistoon 1612. Poissulkukriteereinä toimivat alle 16 vuoden ikä vammahetkellä, patologinen murtuma, väärä diagnoosi, ulkopaikkakuntalaisuus ja murtuman hoito muualla kuin Tyksin alueella, vamman tapahtuminen ennen vuotta 2001 sekä rasitusmurtumat. Tutkimuksen ulkopuolelle suljettiin 187 diagnoosihetkellä alle 16-vuotiasta, 73 patologista murtumaa, 344 väärää diagnoosia, 82 ulkopaikkakuntalaista muualla hoidettua, 38 murtumaa ennen vuotta 2001 ja 2 rasitusmurtumaa. Suurin osa vääristä diagnooseista oli olkaluun yläosan murtumia (S42.2) ja olkaluun suprakondylaarisia murtumia (S42.4). Vääriksi diagnooseiksi luokiteltiin myös periproteettiset murtumat. Lisäksi tutkimusaineistosta jouduttiin sulkemaan pois 177 potilasta, joista ei löytynyt potilasasiakirjamerkintöjä tai joiden seuranta ei syystä tai toisesta toteutunut. Syynä kontrollien toteutumattomuudelle olivat esimerkiksi potilaan kuolema ennen kontrolleja, potilaan sitoutumattomuus kontrolleihin tai potilaan huonon yleistilan vuoksi tehty päätös olla kontrolloimatta murtuman paranemista. Osa Turun alueella asuvista potilaista hoidettiin muissa kaupungeissa tai yksityispuolella. Jos vain yksittäinen päivystyskäynti tai kontrollikäynti toteutui Tyksissä, potilasta ei otettu mukaan aineistoon. Aineistosta suljettiin pois 903 potilasta ja jäljelle jäi 709.

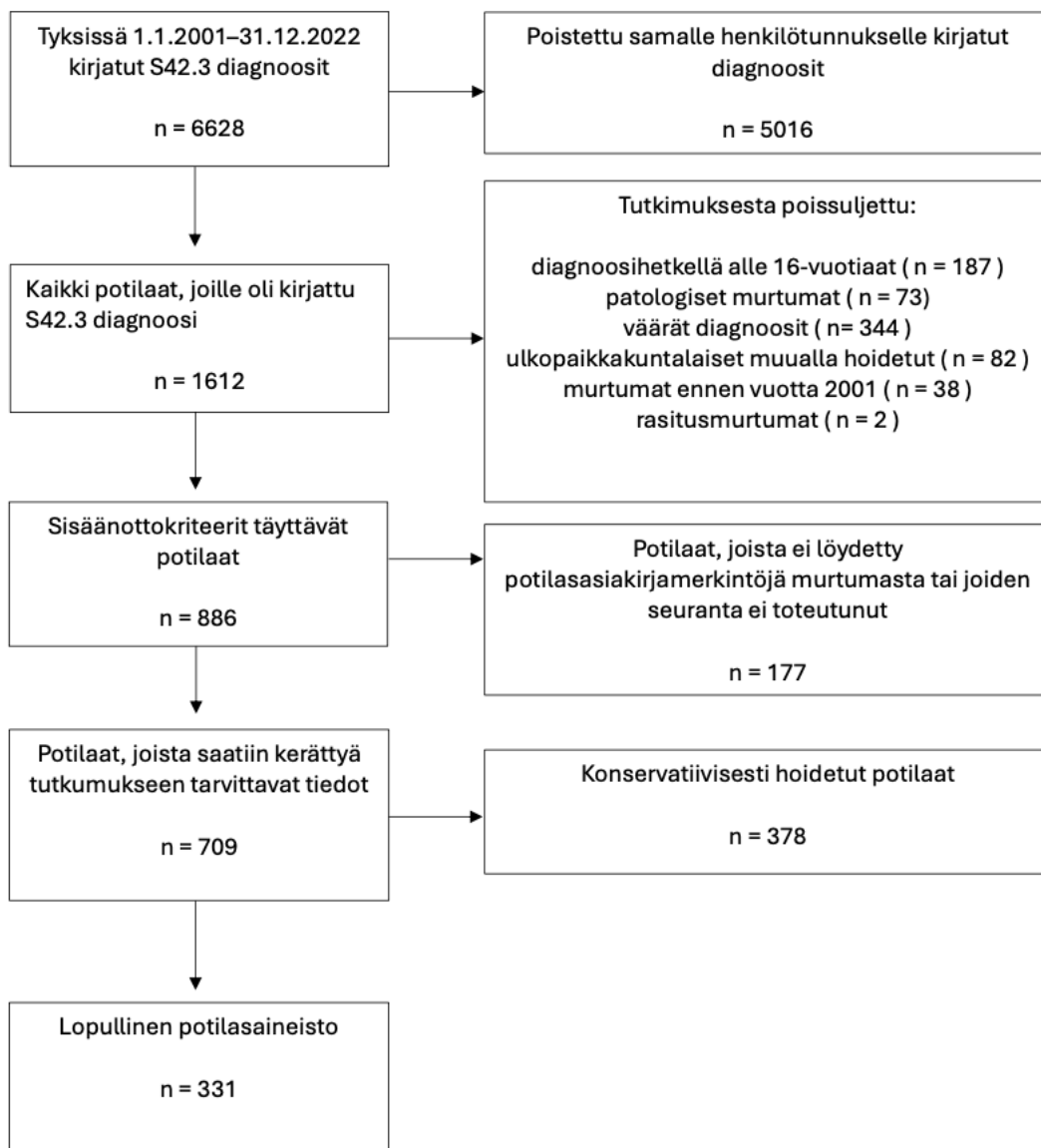
Tutkimukseen sisällytetyistä 709 potilaasta kerättiin Varsinais-Suomen hyvinvointialueen potilastietojärjestelmä Uranuksesta seuraavat muuttujat: ikä vammahetkellä, sukupuoli,

vammaviikonpäivä, vamma-ajankohta, ensimmäisen ja viimeisen röntgenkuvauksen ajankohdat, hoitolinja (operatiivinen vai konservatiivinen), murtuman AO-luokitus, murtuman sijainti, avomurtumat, kätisyys, luutumattomuus, mahdolliset jatkotoimet luutumattomuudelle, päihdeanamneesi, vammamekanismi, vammamääritelmä, veren alkoholipitoisuus sairaalaan tullessa, muut todetut vammat, väärtinähermon tilanne vamman jälkeen sekä taustasairaudet. Tämän lisäksi kerättiin tarvittaessa muita tietoja hoidon etenemisestä. Tietoja kerättiin päivystyksen kirjauksista sairaalaantulohetkeltä, leikkauskertomuksista, murtumakontrollien kirjauksista sekä fysio- ja toimintaterapeuttien kirjauksista. Muutaman kymmenen potilaan tiedot kerättiin Varsinais-Suomen hyvinvointialueen potilastietojen arkistosta Tyks Orton tiloista. Nämä olivat potilaita, joiden murtuma oli tapahtunut tutkittavan aikavälin ensimmäisinä vuosina, kun sähköinen potilastietojärjestelmä ei ollut vielä kaikkialla käytössä. Murtuman luokituksen osalta tiedot kerättiin ensisijaisesti primaarivaiheessa otettuja röntgenkuvia tulkitsemalla ja käyttämällä kuvan lausuntoa ja muita potilasasiakirjamerkintöjä apuna. Kaikista tutkimukseen otetuista potilaista ei ollut sähköisessä potilastietojärjestelmässä röntgenkuvia, mutta lausunto oli lähes kaikista saatavilla. Tällöin tieto luokituksesta ja murtuman sijainnista kerättiin lausunnon ja tekstien perusteella.

Aineistoa olivat keräämässä myös Julius Laamanen sekä Juuso Virtaala. Aineistoa keränneet tekivät tiedoista aluksi omat Microsoft Excel -tiedostot, jotka yhdistettiin lopuksi. Valmiista aineistosta poimittiin tähän tutkimukseen kaikki potilaat, jotka oli alusta alkaen hoidettu operatiivisesti. Tällaisiksi potilaiksi laskettiin kaikki ne, joiden leikkauspäätös oli tehty viimeistään muutamien päivien kuluessa vammasta. Jos leikkauspäätös tehtiin yli viikon kuluttua vammasta, näitä potilaita ei otettu mukaan primaaristi operatiivisesti hoidettujen joukkoon. Näille potilaille ei toisaalta kirjattu luutumattomuutta, sillä konservatiivisesti aloitettua hoitoa oli kestänyt vasta hyvin lyhyen aikaa.

Primaaristi operatiivisesti hoidettuja olkavarsimurtumapotilaita oli 331 eli 46,7% kaikista tutkimukseen sisällytetyistä potilaista. Ennen tilastollista analyysia aineistosta poistettiin myös potilaiden tunnistetiedot. Päihdeanamneesi muutettiin numeeriseen muotoon analyysin helpottamiseksi ja potilaat jaettiin tupakoiviin ja tupakoimattomiin. Lisäksi vammamekanismeista niputettiin yhteen kaikki liikennevammat, joiden voitiin ajatella ryhmänä olevan korkeaenergisiä vammoja. Muut vammatyypit tulkittiin analyyseissä

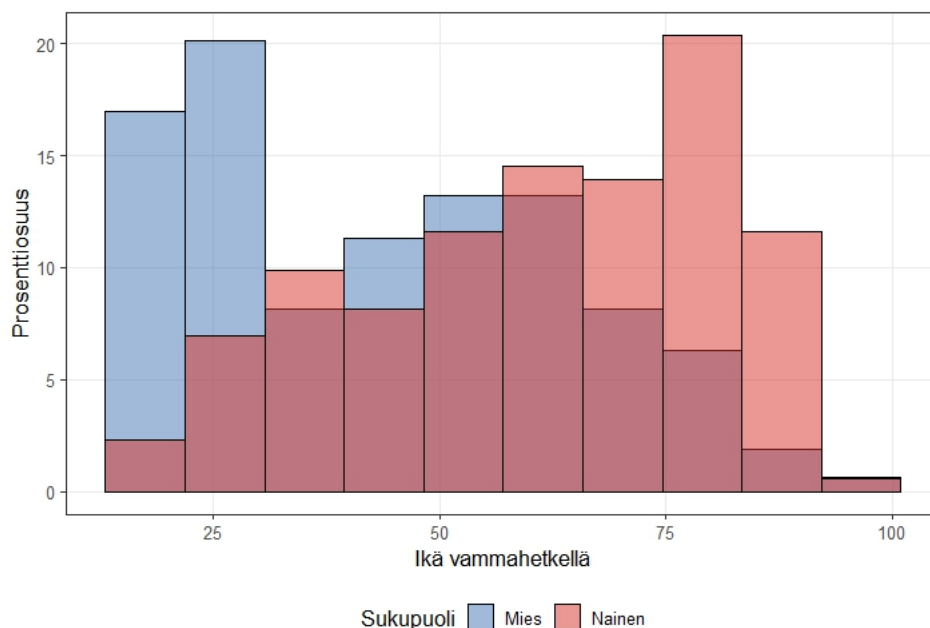
matalaenergisiinä vammoina. Tässä tutkimuksessa esitetyt tunnusluvut laski Turun yliopiston statistikko Akseli Lehtimäki SAS 9 ohjelmalla.



4 Tulokset

4.1 Potilasdemografia

Tähän tutkimukseen sisällytettiin lopulta 331 potilasta, joiden olkavarsimurtuma oli hoidettu operatiivisesti. Tutkittavien potilaiden mediaani-ikä oli 55 vuotta (vaihteluväli 16–95). Tutkituista miehiä oli 48,0% (n = 159) ja naisia 52,0% (n = 172) eli sukupuolijakauma oli varsin tasainen. Nuoremmissa murtumapotilaissa korostuivat miespuoliset potilaat ja vastaavasti vanhemmissa ikäryhmissä enemmän murtumia esiintyi naisilla (kuva 2).



Kuva 2. Olkavarsimurtumien esiintyminen naisilla ja miehillä eri ikäryhmissä

Murtumista 45,3% (n = 150) oli oikeassa olkavarressa ja 54,1% (n = 179) vasemmassa olkavarressa. Murtuma oli samanaikaisesti molemmissa olkavarsissa 0,6 % (n = 2). Murtumat luokiteltiin kansainvälisellä AO-luokituksella, jolloin murtumista 62,8 % (n = 208) oli luokkaa A, 16,3 % (n = 54) oli luokkaa B ja 20,9 % (n = 69) oli luokkaa C. Selkeästi eniten oli siis yksinkertaisia poikkimurtumia ja kierteisiä murtumia eli luokkaa A. Murtumista suurin osa oli sulkeisia murtumia, mutta avomurtumia oli kuitenkin 5,4 % (n = 18)

Tässä aineistossa luutumattomuutta esiintyi 33 leikatussa olkavarsimurtumassa eli 10,0 % tapauksista. Murtumista 90,0% (n = 298) luutui kuitenkin primaarisen leikkaushoidon jälkeen ongelmitta.

Taulukko 1. Tutkimusaineiston potilaat

	Yhteensä (%)	Ongelmitta luutuneet (%)	Luutumattomuus komplikaationa (%)
Yhteensä	331	298	33
Ikä			
≤50	144 (43,5)	135 (45,3)	9 (27,3)
>50	187 (56,5)	163 (54,7)	24 (72,7)
Sukupuoli			
Mies	159 (48,0)	148 (49,7)	11 (33,3)
Nainen	172 (52,0)	150 (50,3)	22 (66,7)
AO-luokitus			
A	208 (62,8)	188 (63,1)	20 (60,6)
B	54 (13,3)	49 (16,4)	5 (15,2)
C	69 (20,9)	61 (20,5)	8 (24,2)
Murtuman puoli			
oikea	150 (45,3)	134 (45,0)	16 (48,5)
vasen	179 (54,1)	163 (54,7)	16 (48,5)
molemmat	2 (0,6)	1 (0,3)	1 (3,0)
Tupakointi			
Tupakoi	21 (6,3)	19 (6,4)	2 (6,1)
Ei tupakoi	310 (93,7)	279 (93,6)	31 (93,9)

Iän vaikutusta luutumattomuuteen tutkittiin kolmessa ikäryhmässä. Ryhmä 1 olivat 16–45-vuotiaat, ryhmä 2 46–65-vuotiaat ja ryhmä 3 yli 66-vuotiaat. Ikäryhmiä 2 ja 3 verrattiin

ryhmään 1 eli nuorimpaan ikäryhmään. Luutumattomuuden riski oli korkeampi ryhmässä 2 verrattuna ryhmään 1 ja tulos oli tilastollisesti merkitsevä (OR 3.14, 95% LV 1.23–8.03, $p = 0.017$). Kun verrattiin ryhmää 3 ryhmään 1, luutumattomuuden riski oli korkeampi mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (OR 1.96, 95% LV 0.73–5.26, $p = 0.179$). Sukupuolen osalta naisilla luutumattomuuden riski oli korkeampi miehiin verrattuna mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (OR 1.97, 95% LV 0.92–4.21, $p = 0.079$). Tulokset pysyivät samoina myös monimuuttujamallissa, jossa tutkittiin ikää ja sukupuolta samaan aikaan.

Tällä aineistolla ei saatu luutumattomuuden osalta tilastollisesti merkitsevää eroa tupakoivien ja tupakoimattomien välille. Kun tarkasteltiin tupakoivien riskiä luutumattomuuden suhteen verrattuna tupakoimattomiin, saatiin tulokseksi OR 0.95, 95% LV 0.21–4.26 ja $p = 0.944$.

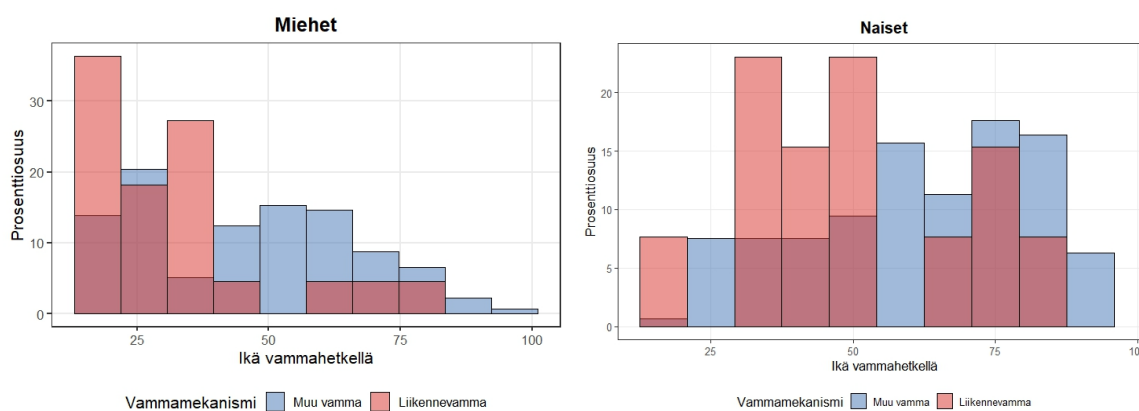
Kun tutkittiin luutumattomuutta eri AO-ryhmien välillä, ei saatu tilastollisesti merkitsevää tulosta siitä, että jossain ryhmässä luutumattomuutta esiintyisi enemmän kuin toisissa (B vs A OR 0.96, 95% LV 0.34–2.69, $p = 0.937$ ja C vs A OR 1.23, 95% LV 0.52–2.94, $p = 0.637$). Murtuman sijainnin osalta oli viitteitä siitä, että proksimaalisemmissä murtumissa (ryhmä a) esiintyy enemmän luutumattomuutta muihin murtumasijainteihin verrattuna, sillä ryhmien b ja c vetosuhteet ryhmään a verrattuna olivat luutumattomuuden osalta < 1 . Tämä tulos ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä (b vs a OR 0.69, 95% LV 0.29–1.60, $p = 0.385$ ja c vs a OR 0.70, 95% LV 0.25–1.94, $p = 0.493$)

Myös avomurtumien määrä oli tutkimusaineistossa varsin vähäinen. Avomurtuma näytti lisäävän luutumattomuuden riskiä mutta avomurtumien pienen lukumäärän vuoksi estimaatissa on paljon epävarmuutta eikä tulos ole tilastollisesti merkitsevä (OR 1.14, 95% LV 0.25–5.18, $p = 0.868$). Kaikista vammaluokista liikennevammoja oli 35 kappaletta eli 10,6%. Kun tutkittiin liikennevamman seurauksena syntyneitä olkavarsimurtumia muilla vammamekanismilla syntyneisiin murtumiin ja verrattiin luutumattomuuden esiintymistä, vaikuttaa siltä, että korkeaenergiset vammat ovat yhteydessä luutumattomuuteen (OR 1.56, 95% LV 0.57–4.44). Tulos ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä tällä aineistokoolla, sillä $p = 0.371$.

Liikennevammoja tutkittaessa eri sukupuolten ja ikäryhmien välillä käytettiin ikäryhmissä neljää kategoriaa. Ryhmä 1 olivat 16–25-vuotiaat, ryhmä 2 26–45-vuotiaat, ryhmä 3 46–65-vuotiaat ja ryhmä 4 yli 66-vuotiaat. Ryhmien 1 ja 2 välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää

eroa. Ryhmässä 3 verrattuna ryhmään 1 liikennevammojen riski oli matalampi ja tulos oli tilastollisesti merkitsevä (OR 0.16, 95% LV 0.05–0.53, $p = 0.003$). Samoin ryhmässä 4 verrattuna ryhmään 1 liikennevammojen riski oli matalampi ja tulos oli tilastollisesti merkitsevä (OR 0.22, 95% LV 0.08–0.64, $p = 0.005$). Tämä tarkoittaa sitä, että nuorimmassa ikäryhmässä 16–25-vuotiailla liikennevammojen riski on suurempi verrattuna erityisesti yli 45-vuotiaisiin.

Kun tutkittiin sukupuolen yhteyttä liikennevammoihin, todettiin, että naissukupuoli vaikuttaisi olevan yhteydessä vähäisempään liikennevammojen riskiin mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (OR 0.51, 95% LV 0.25–1.05, $p = 0.067$).



Kuvat 3 ja 4. Liikennevammojen ja muiden vammatyyppejen esiintyminen eri ikäisillä miehillä (kuva 3) ja naisilla (kuva 4)

5 Pohdinta

5.1 Potilasdemografia ja luutumattomuus

Tässä tutkimusaineistossa Turun yliopistollisessa keskussairaalassa vuosina 2001-2022 operatiivisesti hoidetuista olkavarsimurtumapotilaista luutumattomuuden esiintyminen oli 10,0%. Luutumattomuuden esiintyminen oli siis kansainvälisen kirjallisuuden raportoimalla tasolla (4 – 10,2 %) ^{3,19,20}.

Tämän aineiston perusteella voitiin osoittaa, että iällä on tilastollisesti merkitsevä vaikutus luutumattomuuden esiintymiseen. Suurin riski luutumattomuuteen oli 45–65-vuotiaiden ikäryhmässä. Muissa ikäryhmissä luutumattomuutta esiintyi vähemmän, kuitenkin myös yli 65-vuotiailla tilastollisesti merkitsevästi enemmän kuin alle 45-vuotiailla. Iän vaikutus murtumien luutumattomuuteen on varsin vähän tutkittu aihe. Iän myötä lisääntyvään luutumattomuuteen saattaa vaikuttaa esimerkiksi osteoporoosin lisääntyminen ^{17,22}. Toisaalta tämä ei selitä sitä, että luutumattomuuden riski oli korkein keski-ikäisillä eikä vanhimmassa ikäryhmässä. Tämän taustalla voi olla vammamekanismit. Iäkkäille tapahtuu enemmän matalaenergisiä vammoja, kuten kaatumisia samalla tasolla, jolloin luutumattomuuden riski on muutenkin vähäisempi kuin korkeaenergisisä vammoissa.

Erityisesti miesten osalta korkeaenergisiä vammoja tapahtui eniten 16–40-vuotiaille (kuva 3). Kuitenkin tämän ikäisillä luutumattomuutta esiintyi vähemmän kuin vanhemmillä ikäryhmillä. Tämän taustalla voi olla vanhenemisen aiheuttamat muutokset elimistön inflammatorisissa reaktioissa, jotka heikentyessään huonontavat murtumien luutumista ³¹. Ilmiön parempaa ymmärtämistä varten tulisi tehdä suuremmalla aineistolla monimuuttuja-analyyseja, joissa tutkittaisiin korkeaenergisten vammojen, iän ja muiden tekijöiden yhteisvaikutuksia luutumattomuuteen.

Sukupuolella ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta luutumattomuuteen eikä sukupuolen ole kirjallisuudessakaan osoitettu olevan luutumiseen merkitsevästi vaikuttava tekijä. Tässä tutkimuksessa nähtiin viitteitä siitä, että luutumattomuuden riski on suurempi proksimaalisissa diafyysimurtumissa verrattuna keskidiafyysin murtumiin ja distaaliin murtumiin. Kuitenkaan tulokset eivät olleet tällä aineistolla tilastollisesti merkitseviä.

Proksimaalisten olkavarren diafyysimurtumien on kirjallisuudessa osoitettu olevan suuremmassa riskissä luutumattomuudelle eli löydös sopii aiempaan tutkimusnäyttöön^{18,26,27}.

5.2 Tupakoinnin vaikutus

Tupakoinnin osalta tämän tutkimuksen aineisto ei ollut tarpeeksi kattava. Sairaaloissa ei murtumatilanteissa systemaattisesti kartoiteta potilaan tupakointitaustaa samalla tavalla kuin esimerkiksi väärttinähermon tilanne tutkitaan ja kirjataan rutiinisti olkavarsimurtumissa. Tämä aiheutti vääristymän tilastoon, sillä kaikki potilaat, joiden potilaskirjauksissa ei ollut merkintää tupakoinnista, tilastoitiin tupakoimattomina. Näin tupakoivien osuus jäi selvästi pienemmäksi kuin se on väestötasolla todettu olevan (6.2% vs. 9-11%)³⁰. Pienellä otoskoolla ja vääristyneellä aineistolla ei saatu tilastollisesti merkitsevää tulosta tupakoinnin yhteydestä leikattujen olkavarsimurtumien luutumattomuuteen, vaikka kirjallisuus tunnistaa tupakoinnin merkittävänä luutumattomuuden riskitekijänä²². Nykyään myös tupakkaa sisältämättömien nikotiinituotteiden käyttö erityisesti nuoremmissa ikäryhmissä on yleistynyt. Nikotiinin verenkiertoa huonontavan vaikutuksen vuoksi tälläkin on luutumista heikentävä vaikutus²³. Tulevaisuudessa potilailta tulisi systemaattisemmin kartoittaa tupakointitaustaa sekä nikotiinituotteiden käyttöä ja kirjata tämä selkeästi potilastietoihin. Näin saataisiin tehtyä luotettavampaa tutkimusta tupakoinnin todellisesta vaikutuksesta niin murtumien luutumiseen kuin muihinkin sairauksiin.

5.3 Vammaenergia

Tässä tutkimuksessa jouduttiin tekemään osittain keinotekoinen jako korkea- ja matalaenergisten vammojen välille. Alkuperäisessä Excel-taulukossa, johon potilastietoja kerättiin, oli sarakkeet vain vammatyypille ja -luokalle. Vammatyyppeihin kuvattiin hyvin lyhyesti vamman aiheuttanut syy, kuten ”kädenvääntö” tai ”kaatuminen”. Ainoa tapa luokitella vammat jälkikäteen suuntaa antavasti matala- ja korkeaenergisiiin oli erotella aineistosta liikennevammat ja muut vammat kahdeksi erilliseksi ryhmäksi. Kaikki liikenteessä tapahtuneet vammat eivät välttämättä ole korkeaenergisiiä ja toisaalta muunkinlainen vamma voi olla korkeaenerginen. Näin ollen vammojen korkeaenergisyiden luokitus ei tässä tutkimuksessa välttämättä kuvaa täysin totuutta. Tällä tutkimusaineistolla ei saatu tilastollisesti merkitsevää tulosta, mutta liikennetapaturman seurauksena olkavarsimurtumansa saaneilla näyttäisi olevan enemmän murtuman luutumattomuutta. Tätä tukee myös aiempi

tutkimusnäyttö². Korkeaenergisisä vammoissa luo murtuu usein pirstaleisesti ja alueen verenkiero voi vaurioitua vaikeuttaen murtuman luutumista²². Sama yhteys koskee myös avomurtumia, jotka tulevat useammin korkeaenergisten vammojen seurauksena. Tämän tutkimuksen aineisto oli kuitenkin liian pieni osoittamaan kliinisesti merkityksellistä yhteyttä avomurtuman ja luutumattomuuden välillä.

5.4 Lopuksi

Olkavarsimurtuman luutumattomuus on todellinen riski, joka on huomioitava myös primaaristi leikatuissa murtumissa. Luutumaton murtuma aiheuttaa pitkittynyttä toimintakyvyn vajetta, jonka seurauksena aiheutuu työkyvyttömyyttä sekä inhimillistä kärsimystä. Vaikka monia luutumattomuuden riskitekijöitä tunnetaan, on edelleen vaikeaa ennustaa mahdollista luutumattomuuskomplikaatiota yksittäisen potilaan kohdalla.

Jotta tulevaisuudessa voidaan entistä paremmin tutkia erilaisten riskitekijöiden vaikutusta luutumattomuuteen, tulisi näitä tietoja kerätä potilastietojärjestelmään rutiininomaisesti. Esimerkiksi tupakointi tulisi selvittää jokaisen murtumapotilaan kohdalla ja kirjata tiedot selkeästi potilastekstiin. Käytännön työssä yksittäisten riskitekijöiden löytämistä tärkeämpää on kuitenkin riittävän tiiviin seurannan järjestäminen potilaille, jotta luutumisen ongelmiin pystytään reagoimaan ajoissa.

Lähteet

1. Rämö L, Sumrein BO, Lepola V, et al. Effect of Surgery vs Functional Bracing on Functional Outcome Among Patients With Closed Displaced Humeral Shaft Fractures: The FISH Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2020;323(18):1792-1801. doi:10.1001/jama.2020.3182
2. Nicholson JA, Makaram N, Simpson A, Keating JF. Fracture nonunion in long bones: A literature review of risk factors and surgical management. *Injury*. 2021;52 Suppl 2:S3-S11. doi:10.1016/j.injury.2020.11.029
3. Harkin FE, Large RJ. Humeral shaft fractures: union outcomes in a large cohort. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(11):1881-1888. doi:10.1016/j.jse.2017.07.001
4. Brinker MR, Loftis CM, Khoriaty JD, Dunn WR. The devastating effects of humeral nonunion on health-related quality of life. *J Shoulder Elbow Surg*. 2022;31(12):2578-2585. doi:10.1016/j.jse.2022.05.012
5. The health economics of the treatment of long-bone non-unions - ScienceDirect. Accessed January 30, 2026. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002013830780012X?via%3Dihub>
6. Bergdahl C, Ekholm C, Wennergren D, Nilsson F, Möller M. Epidemiology and patho-anatomical pattern of 2,011 humeral fractures: data from the Swedish Fracture Register. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17:159. doi:10.1186/s12891-016-1009-8
7. Updegrave GF, Mourad W, Abboud JA. Humeral shaft fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27(4):e87-e97. doi:10.1016/j.jse.2017.10.028
8. Attum B, Thompson JH. Humerus Fractures Overview. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2025. Accessed September 15, 2025. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482281/>
9. Ekholm R, Ponzer S, Törnkvist H, Adami J, Tidermark J. The Holstein-Lewis humeral shaft fracture: aspects of radial nerve injury, primary treatment, and outcome. *J Orthop Trauma*. 2008;22(10):693-697. doi:10.1097/BOT.0b013e31818915bf
10. Van Bergen SH, Mahabier KC, Van Lieshout EMM, et al. Humeral shaft fracture: systematic review of non-operative and operative treatment. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2023;143(8):5035-5054. doi:10.1007/s00402-023-04836-8
11. Papasoulis E, Drosos GI, Ververidis AN, Verettas DA. Functional bracing of humeral shaft fractures. A review of clinical studies. *Injury*. 2010;41(7):e21-e27. doi:10.1016/j.injury.2009.05.004
12. duo16337.pdf. Accessed August 27, 2025. <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo16337.pdf>
13. Ai-Aql ZS, Alagl AS, Graves DT, Gerstenfeld LC, Einhorn TA. Molecular mechanisms controlling bone formation during fracture healing and distraction osteogenesis. *J Dent Res*. 2008;87(2):107-118. doi:10.1177/154405910808700215

14. Marsell R, Einhorn TA. The biology of fracture healing. *Injury*. 2011;42(6):551-555. doi:10.1016/j.injury.2011.03.031
15. Aro H. Kun luunmurtuma ei parane.
16. Mills LA, Aitken SA, Simpson AHRW. The risk of non-union per fracture: current myths and revised figures from a population of over 4 million adults. *Acta Orthop*. Published online July 4, 2017:434-439. doi:10.1080/17453674.2017.1321351
17. Zura R, Xiong Z, Einhorn T, et al. Epidemiology of Fracture Nonunion in 18 Human Bones. *JAMA Surg*. 2016;151(11):e162775. doi:10.1001/jamasurg.2016.2775
18. Toivanen JAK, Nieminen J, Laine HJ, Honkonen SE, Järvinen MJ. Functional treatment of closed humeral shaft fractures. *Int Orthop*. 2005;29(1):10-13. doi:10.1007/s00264-004-0612-8
19. Denard Jr Anthony. Outcome of Nonoperative vs Operative Treatment of Humeral Shaft Fractures: A Retrospective Study of 213 Patients. *Orthopedics*. Accessed December 15, 2025. <https://journals.healio.com/doi/10.3928/01477447-20100625-16>
20. Westrick E, Hamilton B, Toogood P, Henley B, Firoozabadi R. Humeral shaft fractures: results of operative and non-operative treatment. *Int Orthop*. 2017;41(2):385-395. doi:10.1007/s00264-016-3210-7
21. Serrano R, Mir HR, Sagi HC, et al. Modern Results of Functional Bracing of Humeral Shaft Fractures: A Multicenter Retrospective Analysis. *J Orthop Trauma*. 2020;34(4):206. doi:10.1097/BOT.0000000000001666
22. Copuroglu C, Calori GM, Giannoudis PV. Fracture non-union: Who is at risk? *Injury*. 2013;44(11):1379-1382. doi:10.1016/j.injury.2013.08.003
23. Chen Y, Guo Q, Pan X, Qin L, Zhang P. Smoking and impaired bone healing: will activation of cholinergic anti-inflammatory pathway be the bridge? *Int Orthop*. 2011;35(9):1267-1270. doi:10.1007/s00264-011-1243-5
24. Birnstingl MA, Brinson K, Chakrabarti BK. The effect of short-term exposure to carbon monoxide on platelet stickiness. *Br J Surg*. 1971;58(11):837-839. doi:10.1002/bjs.1800581110
25. Chuang PY, Yang TY, Tsai YH, Huang KC. Do NSAIDs affect bone healing rate, delay union, or cause non-union: an updated systematic review and meta-analysis. *Front Endocrinol*. 2024;15:1428240. doi:10.3389/fendo.2024.1428240
26. Rutgers M, Ring D. Treatment of Diaphyseal Fractures of the Humerus Using a Functional Brace. *J Orthop Trauma*. 2006;20(9):597. doi:10.1097/01.bot.0000249423.48074.82
27. Ali E, Griffiths D, Obi N, Tytherleigh-Strong G, Van Rensburg L. Nonoperative treatment of humeral shaft fractures revisited. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015;24(2):210-214. doi:10.1016/j.jse.2014.05.009

28. Peters RM, Claessen FMAP, Doornberg JN, Kolovich GP, Diercks RL, van den Bekerom MPJ. Union rate after operative treatment of humeral shaft nonunion – A systematic review. *Injury*. 2015;46(12):2314-2324. doi:10.1016/j.injury.2015.09.041
29. duo20030. Accessed January 26, 2026. <https://www.duodecimlehti.fi/duo20030>
30. Tupakkatilasto 2024 : Nikotiinipussien päivittäinen käyttö on yleistynyt. October 28, 2025. Accessed November 15, 2025. <https://www.julkari.fi/handle/10024/152230>
31. Clark D, Nakamura M, Miclau T, Marcucio R. Effects of Aging on Fracture Healing. *Curr Osteoporos Rep*. 2017;15(6):601-608. doi:10.1007/s11914-017-0413-9