

Lasse Rämö ja Thomas Ibounig

Aikuisten olkavarsimurtuman hoito

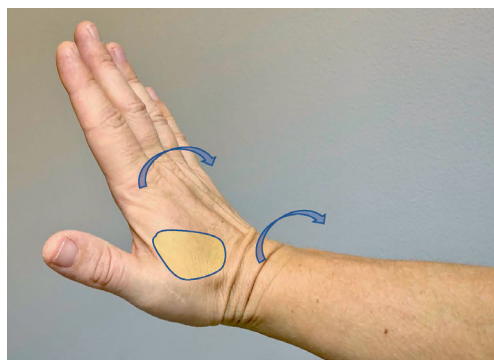
Olkavarren murtuma on melko yleinen murtuma aikuisilla. Diagnoosi on yleensä selvä jo klinisen tutkimuksen perusteella, ja se varmistetaan röntgenkuvalla. Murtuma voidaan yleensä hoitaa menestyksekkäästi konservatiivisesti olkavarren alueelle asetetulla toiminnallisella ortoosilla tai leikkaushoidolla. Leikkaushoito on tavallisesti perusteltua muun muassa avomurtumissa, murtumaa komplisoivien suonivammojen yhteydessä ja monivammautuneiden potilaiden hoidossa. Parin viimeisen vuosikymmenen aikana leikkausmäärät ovat lähteneet nousuun myös komplisoitumattomissa olkavarren murtumissa. Vertailevia tutkimuksia konservatiivisen ja kirurgisen hoidon välillä on kuitenkin vähän. Tuoreen suomalaistutkimuksen perusteella vaikuttaa siltä, että kirurginen hoito tarjoaa nopeamman toipumisen, mutta keskimäärin tulokset ovat kuuden kuukauden kuluttua vammasta yhtä hyvät.

Olkaluun varren murtuma on kohtalaisen yleinen aikuisväestön vamma ja käsittää noin 1–3 % kaikista murtumista ja 15 % olkaluun murtumista (1,2). Olkaluun varren murtuman ilmaantuvuus on noin 15–30/100 000 henkilövuotta aikuisväestössä. Esiintyvyys lähtee suurenemaan 50 ikävuodesta lähtien ja on noin 60–100/100 000 henkilövuotta yli 80-vuotiaiden ikäryhmässä (3,4). Murtuma syntyy usein kaatumisen tai putoamisen seurauksena, toisinaan taas kädenväännössä tai liikenneonnettomuudessa. Olkavarren murtuma aiheuttaa alkuvaiheessa toimintakyvyn merkittävää haittaa. Murtumien hoito vaihtelee merkittävästi eri maissa riippuen resursseista ja hoitotraditiosta. Julkaistun tutkimustiedon perusteella ei voida yksiselitteisesti päätellä, mikä on paras hoitomuoto näiden vammojen hoidossa.

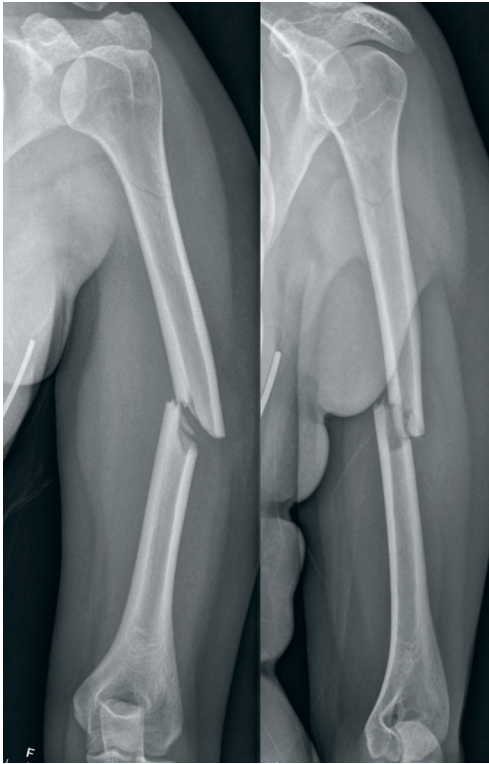
Potilaan tutkiminen ja ensihoito

Potilaan loukattua olkavartensa paljastetaan yläraaja kokonaisuudessaan. Huomiota kiinnitetään inspektiossa virheasentoon ja ihon kuntoon. Mahdollinen avomurtuma puhdistetaan, ja potilaalle aloitetaan tällöin viipymättä suonensisäinen mikrobilääkehoito. Raajan verenkierto, tunto ja motorinen toiminta rekisteröi-

dään tarkasti. Olkavarren murtumaan liittyvä tyypillinen liitännäisvaurio on värttinähermon toimintahäiriö. Sitä tavataan erityisesti olkavarren alaosan kierteisiin murtumiin liittyen jopa 22 %:ssa tapauksista (5). Värttinähermon spontaani paranemistaipumus on kuitenkin hyvä. Värttinähermon osalta tunto testataan 1. ja 2. kämmenluun välistä kämmenselän puolelta. Motorinen toiminta testataan sormien tyvinivelten ja ranteen ekstensiolla (**KUVA 1**). Havaittu tunnonalenuma ja voimaheikkous tulee kirjata huolellisesti sairauskertomukseen, jotta mahdolliset muutokset hermon toiminnassa voidaan myöhemmin todeta.



KUVA 1. Värttinähermon toiminnan testaus: tunto testataan kuvaan keltaisella merkityltä värttinähermon autonomiselta tuntoaalueelta, motoriikkaa testataan sormien tyvinivelten ja ranteen ekstensiolla.



KUVA 2. Murtumaepäily varmistetaan kahdessa suunnassa otetulla röntgenkuvalla. Huomiota tulee kiinnittää myös ilmeisen murtuman lisäksi koko kuva-alueeseen. Tässä tapauksessa keskivarren murtuman lisäksi on olkaluussa yläosan eksaktiasentoinen murtuma, millä on vaikutusta mahdollista leikkausta suunniteltaessa.

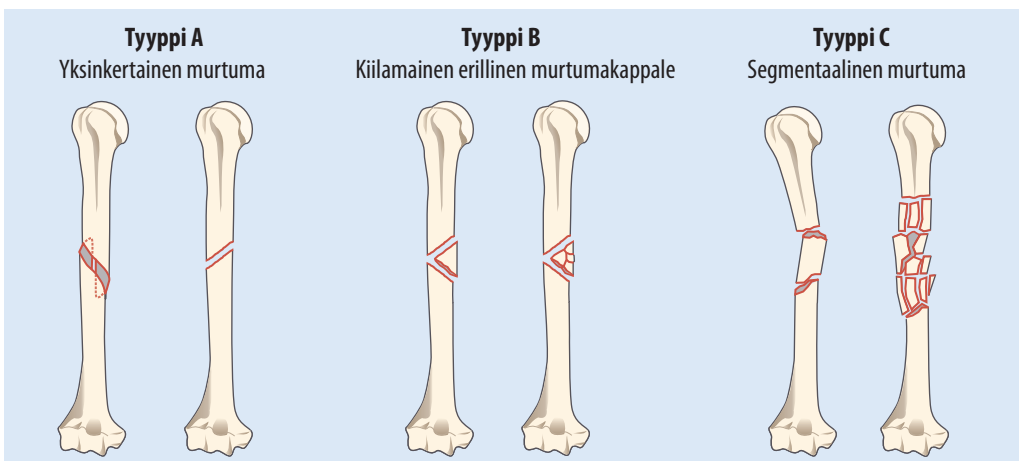
Mikäli olkavarsi on selvästi deformoitunut, potilaalle annetaan kipulääkettä, raaja oikaisutaan varovasti ja olkavarsi lastoitetaan. Tähän voi käyttää kaupallisia valmisortooseja tai esimerkiksi U-kipsiä. Käden toiminta ja verenkierto tulee testata uudestaan olkavarren oikaisun jälkeen. Diagnoosi varmistetaan ottamalla röntgenkuva (AP- ja sivukuva, **KUVA 2**).

Murtuman luokittelu

Olkaluun varren murtumia on jaoteltu AO-luokituksen mukaan morfologian ja sijainnin perusteella (**KUVA 3**). Lisäksi murtumat voidaan luokitella vammaenergian (pieni vs suuri) ja ihotilanteen (sulkeinen vs avomurtuma) mukaan. Avomurtumien osalta käytetään Gustilo–Andersonin luokitusta (6). Murtumaluokituksen sovellettavuudesta hoitopäätöksen tekoon ei ole hyvää tutkimustietoa.

Hoitolinjan valinta

Hoitolinjaan vaikuttavat sekä vammaan että potilaaseen liittyvät tekijät (**TAULUKKO 1**). Lisäksi tulee huomioida potilaan ilmaisema halukkuus hyväksyä eri hoitovaihtoehtoihin liittyvät riskit ja mahdolliset hyödyt. Yleisesti ottaen suuren vaatimustason potilaiden osalta leikkausriskit



KUVA 3. Olkavarren murtuman AO-luokitus. Tyypin A murtuma käsittää murtumat, joissa on yksi murtumalinja. Tyypin B murtumissa on kiilamainen erillinen murtuma-alue. Tyypin C murtumat ovat segmentaalisia murtumia. Lisäksi luokituksessa on alaluokkia riippuen murtuman sijainnista (olkavarren yläkolmannes / keskimmäinen kolmannes / alakolmannes).

TAULUKKO 1. Hoitolinjaan vaikuttavia tekijöitä. Päätös hoitomuodosta tulee tehdä potilaan kanssa yhdessä tuoden esille molempien hoitomuotojen hyvät ja huonot puolet.

	Puoltaa konservatiivista hoitoa	Puoltaa kirurgista hoitoa
Vammaan liittyvät tekijät	<i>Murtuman sijainti</i> Keski- ja alakolmanneksen murtumat <i>Murtuman tyyppi</i> B- ja C-tyypin murtumat Murtuman asento hyvä <i>Ei muita leikattavia vammoja</i>	<i>Murtuman sijainti</i> Yläkolmanneksen murtumat (vaikea hallita ortoosilla) <i>Murtuman tyyppi</i> A-tyypin murtuma Merkittävä diastaasi <i>Avomurtuma</i> <i>Muu leikattava murtuma</i> <i>Patologinen murtuma</i>
Potilaaseen liittyvät tekijät	<i>Merkittävät perussairaudet</i> Anestesiaariski Haavan paraneminen <i>Hoitomyöntyvyysongelmat</i> <i>Potilaan toive</i> <i>Ei-dominantti käsi</i> <i>Pieni vaatimustaso</i> Arvioidaan, että kivuton luutumaton murtuma ei olisi ongelma	<i>Terve, nuori potilas</i> Potilaan toive Mahdollisimman nopea yläraajan käyttö (esim. toimistotyöhön paluu) <i>Dominantti käsi</i> <i>Suuri vaatimustaso</i> Arvioidaan, että luutumattomuus olisi merkittävä toimintakykyä heikentävä tekijä

ovat vähäisemmät, ja mahdolliset konservatiiviseen hoitoon liittyvät paranemisongelmat (muun muassa luutumattomuus) aiheuttavat heille todennäköisesti haittaa niin työ- kuin vapaa-aikaan. Toisaalta pienen vaatimustason potilaat, joilla käsiin tukeutuminen ei ole keskeinen osa arkipöytätyöstä, sietävät usein ilman merkittävää haittaa myös luutumattoman murtuman aiheuttaman toiminnanvajausten sekä pitkittyvään hoitoon kuluvaan ajan.

Heti vamman jälkeen todettu vääntöhermon toimintahäiriö ei ole leikkauksen aihe, mutta yleisesti katsotaan, että jos hermo on aluksi toiminut hyvin ja konservatiivisen hoidon aloituksen jälkeen todetaan etenevä heikkous esimerkiksi ortoosin asetuksen jälkeen, on leikkaus perusteltua.

Konservatiivinen hoito ei tarkoita, että potilasta ei hoideta ja sen onnistuminen ilman komplikaatioita vaatii jopa enemmän potilaan hoitomyöntyvyyttä tai ulkopuolista apua kuin leikkaushoito. Konservatiivinen hoito toteutetaan niin sanotulla Sarmienton toiminnallisella ortoosilla, joka otettiin hoitomuotona käyttöön jo 1970-luvulla (7). Menetelmä perustuu siihen, että ortoosi muodostaa vastapainetta mur-



KUVA 4. Toiminnallinen ortoosi. Kyynärniveltä tulee olla mahdollista liikuttaa, jolloin lihasten supistuessa olkavarren alueella syntyy muovaavaa painetta murtuma-alueelle ortoosin ollessa sopivan kireällä (vastapaine).

TAULUKKO 2. Yleisimpiä olkavarren murtuman hoitoon liittyviä ongelmia (11,12,14–18).

Yleisimmät konservatiivisen hoidon ongelmat	Yleisimmät kirurgisen hoidon ongelmat
Luutumattomuus (10–30 % eri aineistoissa)	latrogeeninen väärtinähermon vaurio (5 %, yleensä ohimenevä)
Ihon hiertymät ja painumat (yleensä ortoosin reunan tai murtuman kohdalla)	Postoperatiivinen infektio (1 %)
Olkapään ja kyynärnivelen jäykkyys	Implantin/kiinnityksen pettäminen
Alkuvaiheessa epämiellyttävä murtuman liikahtelu	Luutumattomuus (< 10 %)
	Olkapääkipu (ydinnaulaukseen liittyen)

tuneen luun ympärillä oleville pehmytkudoksille ja mahdollistaa otolliset olosuhteet murtuman paranemiselle (8). Ortoosihoito voidaan toteuttaa joko yksilöllisesti potilaalle tehdyllä ortoosilla tai hyvin istuvalla valmisortoosilla (**KUVA 4**). Ortoosin istuvuus pitäisi tarkistaa säännöllisesti, ja turvotuksen laskiessa ortoosia tulee kiristää. Yleisimmät ortoosihoitoon liittyvät ongelmat on esitetty **TAULUKOSSA 2**.

Ortoosihoidon kontrolli- ja kuntoutusohjelma on syytä olla sovittuna hoitavassa yksikössä (**TAULUKOT 3 ja 4**). Murtuman paranemista tulee seurata kliinisesti ja röntgenkuvin, kunnes se on luutunut. Mikäli kuuden kuukauden kuluttua vammasta murtumassa havaitaan liikettä eikä röntgenkuvassa nähdä selvää siltaavaa luutumista, on hyvin epätodennäköistä, että murtuma luutuisi tämän jälkeen. Käytännössä kolmen kuukauden kohdalla todettu vähäinen kallusmuodostus ilman siltaavaa luutumista ennustaa melko hyvin kehittymässä olevaa luutumaton murtumaa (9). Mikäli murtumassa on lisäksi häiritsevää liikettä tai potilaalla on edelleen huomattava toimintakyvyn rajoitus, on perusteltua tarjota operatiivista hoitoa jo kolmen kuukauden kuluttua vammasta eikä odottaa kuuteen kuukauteen asti mahdollista luutumista.

Kirurgisen hoidon käytetyin menetelmä Suomessa on avoreduktio, ja murtuman kiinnitys levyllä. Levyn tulee olla riittävän pitkä, ja vähintään kolme kahden korteksin läpi asemoitua ruuvia tulee sijaita murtuman molemmin puolin (**KUVA 5**). Levytyksessä käytetyt avaukset ovat anteriorinen, lateraalinen tai posteriorinen. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että anteriorista avausta (selkäasento) suositaan yläkolmanneksen murtumissa ja posteriorista tai lateraalista avausta (vatsa- tai kylkiasento) alakolmanneksen murtumissa. Keskikolman-

neksen murtumat soveltuvat usein leikattavaksi mitä tahansa avausta käyttäen.

Maailmalla on yleistynyt myös niin sanottu mini-invasiivinen levykiinnitys, jossa tehdään pieni viilto olkavarren yläosaan ja toinen viilto olkavarren alaosaan. Levy ujutetaan ylemmästä avauksesta luun pintaa pitkin murtuma-alueen yli ja kiinnitetään tehtyjen avausten kautta lukkoruuvein. Mini-invasiivinen levytys ei toisistaan ole saavuttanut suosiota Suomessa. Murtuma voidaan kiinnittää myös ydinnaulalla, mutta tämäkin hoitomuoto ei ole saavuttanut meillä laajaa suosiota, ja sitä käytetäänkin selvästi vähemmän kuin esimerkiksi säärimurtumissa. Ydinnaulaus on ensisijainen hoitomuoto patologisissa murtumissa ja voi olla hyvä vaihtoehto suuren infektioriskin potilaalle (10). Ulkoinen kiinnityslaitte tulee kyseeseen vain poikkeustilanteissa – yleensä väliaikaisena hoitona, kuten monivammapotilaalla tai vaikeassa pehmytkudosvammassa. Yleisimmät leikkaushoitoon liittyvät ongelmat on esitetty **TAULUKOSSA 2**.

Hoidon tulokset

Olkavarren murtuman kirurgista ja konservatiivista hoitoa on tutkittu vain vähän satunnaistetussa asetelmassa. Brasilialainen ryhmä julkaisi vuonna 2017 ensimmäisen satunnaistetun tutkimuksen, jossa tutkijat vertasivat mini-invasiivista levykiinnitystä toiminnalliseen ortoosiin (11). Päättömuuttujana oli potilaan raportoitu toimintakyky- ja oirekysely DASH (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand) kuuden kuukauden kuluttua vammasta. Paras kyselystä saatava pistemäärä on 0 pistettä ja huonoin 100 pistettä. Pienin kliinisesti merkittävä ero on noin 10 pistettä. Kuuden kuukauden kuluttua ero ryhmien välillä oli kliinisesti merkitykse-

TAULUKKO 3. Ortoosi- ja leikkaushoidon kontrolliohjelma.

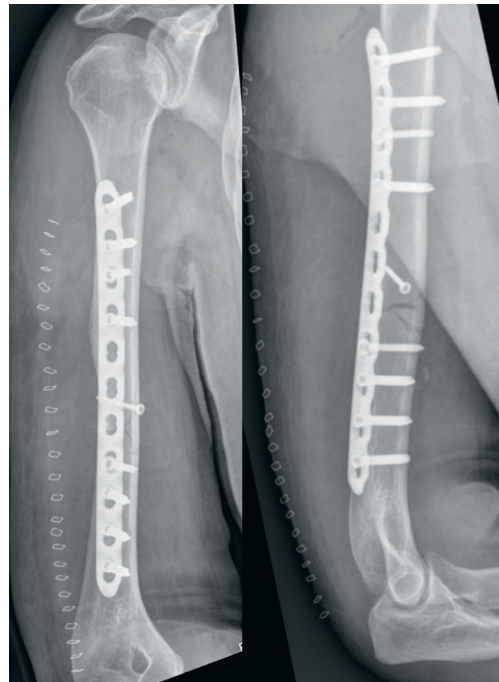
Viikot	Ortoosihoito	Leikkaushoito	Ammattihenkilö
1	Ihotilanteen tarkistus, ortoosin kireyden säädön opastus		Fysioterapeutti
2		Hakasten poisto, haavan tarkistus	Sairaanhoitaja
3	Mobilisaatio-ohjeistus		Fysioterapeutti
6	Luutumistilanne (rtg) ja stabiliteettitestausta Mobilisaatio-ohjeistus		Lääkäri Fysioterapeutti
9	Mobilisaatio-ohjeistus		Fysioterapeutti
12	Luutumistilanne (rtg) ja stabiliteettitestausta Mobilisaatio-ohjeistus		Lääkäri Fysioterapeutti
16+	Tarpeen mukaan noin kuukauden välein röntgenkuva, kunnes selvä luutuminen havaittavissa tai tehdään päätös luudutusleikkauksesta		Lääkäri

TAULUKKO 4. Ortoosi- ja leikkaushoidon kuntoutusohjelma.

Viikot	Ortoosihoito	Leikkaushoito
0–3	Kynärnivelen ja käden liikuttelu, olkanivelen heiluriliikkeet, ortoosin sopiva kireys ohjataan tarkistamaan päivittäin	Koko yläraajan aktiivinen, kuormittamaton liikuttelu
3–6	Edellisten lisäksi olkanivelen passiiviset liikeharjoitteet	Koko yläraajan aktiivinen, kuormittamaton liikuttelu
6–9	Koko yläraajan aktiivinen liikeharjoittelu ja asteittainen kuormitusten lisääminen	
9–12	Olka-lapaliikerytmin harjoittelu	
12–	Vapaa kuormitus luutumistilanteen mukaisesti	

tön, mutta havaittiin tilastollisesti merkitsevä 6 pisteen ero kirurgisen ryhmän hyväksi. Muissa aikapisteissä (kaksi viikkoa, kuukausi sekä kaksi kuukautta ja vuosi) merkitsevää eroa ryhmien välillä ei todettu.

Hiljattain julkaistussa suomalaistutkimuksessa verrattiin avointa levykiinnitystä toiminnalliseen ortoosiin (12). Tutkimuksen päätulosmuuttujana oli DASH vuoden kuluttua vammasta. Ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa (3 pistettä kirurgisen ryhmän hyväksi ilman tilastollista merkitsevyyttä). Ryhmien välillä todettiin kliinisesti merkittävä ja tilastollisesti merkitsevä 10 pisteen ero kirurgisen ryhmän hyväksi kuuden viikon ja kolmen kuukauden kuluttua vammasta, mutta tämän jälkeen erot tasoittuivat. Myös muissa tämän tutkimuksen tulostilastoissa (Constant Score, potilastyytyväisyys, paluu aktiviteetteihin) varhainen toipuminen vaikutti leikkausryhmässä nopeammalta. Vuoden kohdalla eroja ei enää ollut. Suomalaistutkimuksessa todettiin kuitenkin, että noin 30 % konservatiivisesti hoidetuista potilaista jouduttiin leikkaamaan vuoden kuluessa vammasta. Tämän ryhmän tulokset



KUVA 5. Leikkauksen jälkeen otettu röntgenkuva. Murtuma tulee kiinnittää riittävän pitkällä levyllä (yleensä vähintään kymmenreikäinen) niin, että murtuman molemmille puolille tulee vähintään kolme ruuvia.

Ydinasiat

- ▶ Olkavarren murtuma voidaan hoitaa yleensä hyvin tuloksin ortoosilla tai leikkaushoidolla.
- ▶ Ortoosihoitoon liittyy kohtalainen riski luutumattomuudelle ja muihin myöhempäälle kirurgista hoitoa vaativille ongelmille, jolloin toipuminen pitkittyy.
- ▶ Leikkaushoitoon liittyy noin 5 %:ssa yleensä ohimenevä väärtinähermon vaurion riski.
- ▶ Leikkaus sinänsä ei nopeuta luutumista mutta mahdollistaa yläraajan nopeamman käytön.

olivat merkittävästi heti leikattuja ja ongelmittia ortoosilla parantuneita huonommat vielä vuoden kuluttua vammasta. Laajassa takautuvassa yhdysvaltalais tutkimuksessa, jossa selvitettiin ortoosihoidon tuloksia, havaittiin samoin noin 30 %:n alkuun ortoosilla hoidetuista tarvinneen myöhemmin leikkaushoitoa murtuman paranemisen turvaamiseksi (13).

Luutumattomuusriski leikkaushoidolla vaikuttaa vähäisemmältä kuin konservatiivisella hoidolla. Molemmissa satunnaistetuissa tutkimuksissa kaikki leikkauspotilaiden murtumat luutuivat ilman lisätoimenpiteitä (11,12). Luutumattomuutta (alle 10 %:ssa) leikkauspotilailla on havaittu lähinnä niissä vertailevissa tutkimuksissa, joissa on leikattu hankalammat murtumat ja hoidettu lievemmat murtumat konservatiivisesti. Luutumattomuutta ja näin ollen yleensä myös myöhäisleikkauksen tarvetta on todettu konservatiivisella hoidolla jopa 30 %:lla.

LASSE RÄMÖ, LL, ortopedian ja traumatologian erikoislääkäri
HUS, Tukielin- ja plastiikkakirurgian toimiala,
Tukielin- ja plastiikkakirurgian linja
Töölön sairaala, FICEBO (Finnish Centre for Evidence-Based Orthopaedics) ja Helsingin yliopisto
Twitter: @lasseramö

THOMAS IBOUNIG, LL, ortopedian ja traumatologian erikoislääkäri
HUS, Tukielin- ja plastiikkakirurgian toimiala,
Tukielin- ja plastiikkakirurgian linja
Töölön sairaala, FICEBO (Finnish Centre for Evidence-Based Orthopaedics) ja Helsingin yliopisto

Kirurgisia hoitomuotoja on vertailtu useammassa satunnaistetussa tutkimuksessa, ja aiheesta on tehty myös useampia meta-analyyseja. Yhteenvetona voidaan todeta, että ydinnaulaukseen liittyy enemmän olkakipua ja uusintaleikkauksia levykiinnitykseen verrattuna, muuten tulokset ovat yhtäläiset (14).

Nykytiedon valossa on perusteltua, että potilas saa hyvän selvityksen eri hoitomuotojen riskeistä ja potentiaalisista hyödyistä. Olennaista on, että kirurgisella hoidolla voidaan saavuttaa todennäköisesti nopeammin toimintakyky mutta otetaan leikkauskomplikaation riski. Ortoosihoito tuo taas onnistuessaan yhtä hyvän tuloksen kuin kirurgia, mutta hoito sisältää noin 30 %:n riskin tämän hoitomuodon epäonnistumiselle, jolloin murtuma joudutaan leikkaamaan viivästetysti, paraneminen pitkittyy ja tulokset ainakin vielä 2 vuoden kuluttua ovat heti leikattuja huonommat (15). Konservatiivisen ja kirurgisen hoidon välillä ei ole tehty kustannusvaikuttavuustutkimusta.

Lopuksi

Olkavarren murtuma voidaan hoitaa yleensä menestyksellisesti sekä ortoosilla että kirurgisesti. Kirjoittajien näkemys on, että mikäli potilaalla ei ole merkittäviä anestesia- ja hienonäkö- tai arkielämänsä näkökulmasta olisi olennaista mahdollisimman nopea yläraajan käyttö, vaikkakin rajoitetulla kuormalla, on perusteltua suositella potilaalle kirurgista hoitoa nykynäytön valossa. Hoitomuodon valinta edellyttää hyvää hoitokeskustelua ja potilaan toiveet tulee ilman muuta ottaa huomioon hoitomuodosta päätettäessä. ■

VASTUUTOIMITTAJA
Ville Sallinen

SIDONNAISUUDET
Lasse Rämö: Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (AO Foundation), korvaukset koulutus- ja kongressikuluista (DePuy Synthes)
Thomas Ibounig: Korvaukset koulutus- ja kongressikuluista (DePuy Synthes, Stryker, Zimmer Biomet), muut sidonnaisuudet (Osgenic Oy, David Oy osakeomistus)

KIRJALLISUUTTA

1. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: a review. *Injury* 2006;37:691–7.
2. Bergdahl C, Ekholm C, Wennergren D, ym. Epidemiology and patho-anatomical pattern of 2,011 humeral fractures: data from the Swedish Fracture Register. *BMC Musculoskelet Disord* 2016;17:159.
3. Tytherleigh-Strong G, Walls N, McQueen MM. The epidemiology of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1998;80:249–53.
4. Somersalo A, Paloneva J, Kautiainen H, ym. Incidence of fractures requiring inpatient care. *Acta Orthop* 2014;85:525–30.
5. Ekholm R, Ponzer S, Törnkvist H, ym. The Holstein-Lewis humeral shaft fracture: aspects of radial nerve injury, primary treatment, and outcome. *J Orthop Trauma* 2008;22:693–7.
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;58:453–8.
7. Sarmiento A, Kinman PB, Galvin EG, ym. Functional bracing of fractures of the shaft of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59:596–601.
8. Sarmiento A, Latta LL. Functional fracture bracing: tibia, humerus, and ulna. New York: Springer 1995.
9. Christiano AV, Pean CA, Leucht P, ym. Scoring of radiographic cortical healing with the radiographic humerus union measurement predicts union in humeral shaft fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2020;30:835–8.
10. Flinkkilä T, Hyvönen P, Lakovaara M, ym. Intramedullary nailing of humeral shaft fractures. *Acta Orthop Scand* 1999;70:133–6.
11. Matsunaga FT, Tamaoki MJS, Matsumoto MH, ym. Minimally invasive osteosynthesis with a bridge plate versus a functional brace for humeral shaft fractures: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99:583–92.
12. Rämö L, Sumrein BO, Lepola V, ym. Effect of surgery vs functional bracing on functional outcome among patients with closed displaced humeral shaft fractures: the FISH randomized clinical trial. *JAMA* 2020;323:1792–801.
13. Serrano R, Mir HR, Sagi HC, ym. Modern results of functional bracing of humeral shaft fractures: a multicenter retrospective analysis. *J Orthop Trauma* 2020;34:206–9.
14. Kurup H, Hossain M, Andrew JG. Dynamic compression plating versus locked intramedullary nailing for humeral shaft fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;19:CD005959.
15. Rämö L, Paavola M, Sumrein BO, ym. Outcomes with surgery vs functional bracing for patients with closed, displaced humeral shaft fractures and the need for secondary surgery. A prespecified secondary analysis of the FISH randomized clinical trial. *JAMA Surg* 2021;156:526–34.
16. Harkin FE, Large RJ. Humeral shaft fractures: union outcomes in a large cohort. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:1881–8.
17. Westrick E, Hamilton B, Toogood P, ym. Humeral shaft fractures: results of operative and non-operative treatment. *Int Orthop* 2017;41:385–95.
18. Papasoulis E, Drosos GI, Ververidis AN, ym. Functional bracing of humeral shaft fractures. A review of clinical studies. *Injury* 2010;41:e21–7.