

Juha-Jaakko Sinikumpu

Lasten kyynärvarren alaosan murtumat

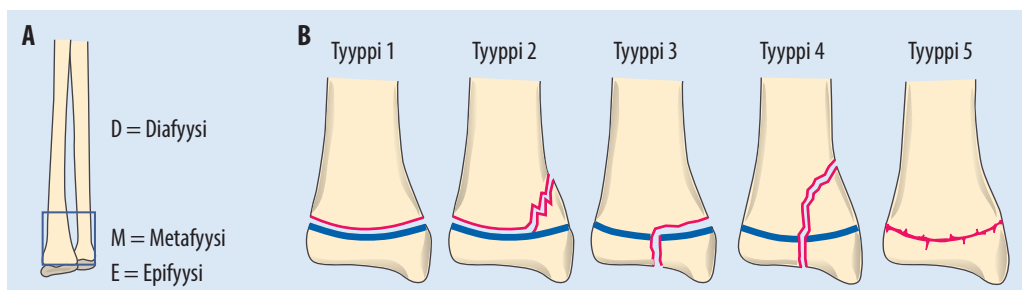
Kyynärvarren alaosan murtumat ovat yleisimpiä lasten murtumia. Tavallinen tapaturmatyyppi on kaatuminen ojennetun käden varaan. Metafyysin alueen murtumat ovat yleensä ryppy- tai poikkimurtumia. Ryppymurtumat ovat aina stabiileja. Poikkimurtumien sekä kasvuikäisillä esiintyvien pajunvitsamurtumien hoito riippuu siitä, millainen murtuman asento on; ”hyväksyttävän virheasennon” määritelmät ovat eri-ikäisillä lapsilla erilaiset. Kasvurustoon yltävistä murtumista hyväennusteisia ovat ne, jotka eivät hal- kaise kasvurustoa vaan rajautuvat siihen. Niiden asennon korjaamisen kriteerit mukailevat metafyysi- murtumien asentokriteerejä. Leikkaussalissa tehdyn asennon korjaamisen yhteydessä murtuma voidaan kirurgin harkinnan perusteella kiinnittää sileillä metallipiikeillä. Kasvutumakkeen lävistävissä murtumis- sa nivelraon pykälä tai rako vaatii leikkaushoitoa.

Kyynärvarren alaosan murtumat ovat yksi yleisimmistä lasten murtumista. Noin joka neljäs tai joka kolmas kasvuikäisen murtuma on kyynärvarren alueella (1). Potilaat ovat keskimäärin kymmenvuotiaita (2). Kyynärvarren alaosan murtumat tapahtuvat lapsilla usein kaatumisen seurauksena. Niistä suurin osa sijaitsee pelkästään värttinäluun metafyysin alueella, mutta noin kolmasosalla potilaista vaurio ulottuu kasvurustoon ja yksittäisillä potilailla kasvutumakkeeseen, jolloin murtuma vaurioittaa nivelpintaa (3).

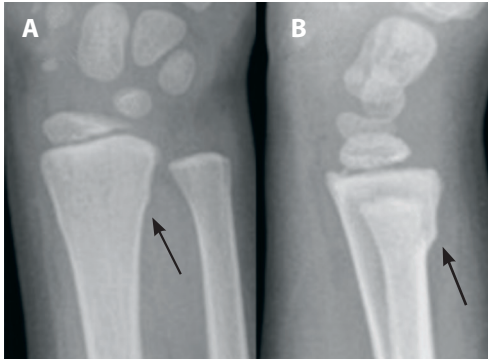
Kliinisen tutkimuksen perusteella voidaan yleensä asettaa työdiagnoosi, mutta röntgenku-

vaus on perustutkimus, josta selviää myös murtuman tyyppi. Hoito ratkaistaan yksilöllisesti, mutta konservatiivinen hoito on ensisijainen valinta. Lapsen ikä vaikuttaa merkittävästi hoidon valintaan. Murtuma-asennon korjaaminen on tarpeellista, jos asento ei ole tyydyttävä. Murtuman kirurgista kiinnittämistä tulee harvita epästabiileissa murtumissa.

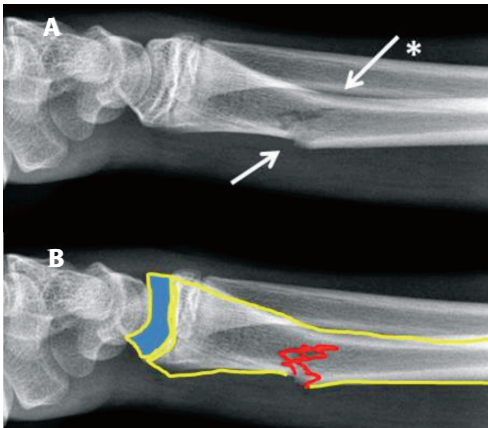
Käsittelen varttinäluun alaosan murtumaa, johon liittyy tai on liittymättä kyynärluun alaosan murtuma. Näitä murtumia kutsutaan monesti yleiskielessä ”rannemurtumiksi”. En kuitenkaan käsittele käden ranneluiden murtumia.



KUVA 1. Kynnärvarren alaosassa väärttinäluun ja kynnäriluun metafyyysi on tasasivuisen neliön määrittämä alue kasvurustosta luun diafyyysin eli putkiosan suntaan lukien. Molempien luiden yhteenlaskettu leveys määrittää metafyyysiä kuvaavan neliön koon (A). Tavallinen tämän alueen kasvulevymurtumissa käytettävä luokittelu on Salter–Harrisin (B), jossa tyyppit 1 ja 2 ovat yleisimpiä ja luonteeltaan hyvänlaatuisia, sillä vamma rajautuu kasvurustoon. Tyyppit 3 ja 4 rikkovat kasvuruston, ja niihin liittyy nivelpinnan vaurio. Tyyppi 5 on kompressiomurtuma, joka on vaikea havaita röntgenkuvuissa. Se hoidetaan konservatiivisesti, mutta pitkäaikaisseurannassa suljetaan pois kasvulukon kehittyminen.



KUVA 2. Kyynärvarren alaosan torus eli ryppymurtuma on lapsilla ”ranteen tyypimurtuma”, ja se on täysin stabiili, eli asento ei huonone. Tyypillisesti ryp-
py on nähtävissä etusuuntaisessa röntgenkuvassa (A) mutta erityisesti sivusuuntaisessa röntgenkuvassa (B) luun kämmenselän puoleisella kuorella (nuolet). Torus hoidetaan esimerkiksi tarrakiinnitteisellä yleismallisel-
la ortoosilla tai kapealla yksilöllisellä lastalla, jota pide-
tään 1–3 viikkoa.



KUVA 3. Pajunvitsamurtuma tarkoittaa luun yhden puolen kuorikerroksen murtumaa. Vastakkainen kuorikerros sen sijaan on yhteneväinen mutta taipunut. 14-vuotiaalla pojalla on tullut distaalisen metafyyisin yläosaan pajunvitsamurtuma. Lähtövaiheen röntgen-
kuvassa (A) sivusuunnassa näkyy volaaripuolen mur-
tumrilo (nuoli) ja kämmenselän puolella ehjä mutta
taipunut luun kuori (nuoli ja tähti). Kuvassa (B) vart-
tinäluun ääriiviivat on piirretty keltaisella ja pajunvit-
samurtuma korostettu punaisella värillä löydöksen
havainnollistamiseksi.

Kasvulevyyn ulottumattomat varttinäluun alaosan murtumat

Kyynärvarren alaosan murtumien luokitteleminen metafyyximurtumaksi tapahtuu röntgenkuvasta niin, että piirretään tai kuvitellaan tasasivuinen neliö, jonka leveys on sekä vartti-

nä- että kyynärluun yhteenlaskettu leveys dis-
taalisen kasvuruston kohdalla. Leveyttä vastaa-
va pituus kasvurustosta luun putkiosaa kohden
määrittää luun metafyyisin. (KUVA 1).

Tyypillinen metafyyisin murtuma on ryppy-
murtuma eli niin sanottu torus. Luonnehdin
ryppymurtumaa lapselle ja vanhemmille luun
”nitkahtamisena” enkä ”murtumana”, sillä se on
täysin stabiili luuvamma. Torusvammassa luun
asento ei huonone eikä radiologista seuranta
tarvita. Torus hoituu 1–3 viikon tarrakiinnit-
teisellä ortoosilla tai yksilöllisellä dorsaalisel-
la kipsilastalla, jonka tarkoituksena on kivunhoi-
to. Sen käyttö voidaan lopettaa sovitun ajan ku-
luttua kotona (KUVA 2).

Varttinäluun alaosaan voi esiintyä pajunvit-
samurtumia, joissa on luun kuorikerroksessa
toisella puolella ryp-
py ja vastakkaisella puolella
murtumarailo (KUVA 3). Pajunvitsamurtuma sa-
moin kuin poikkimurtumakin voi vaatia asen-
non korjaamista, jos spontaani korjautuminen
eli remodellaatio ei todennäköisesti tulisi kor-
jaamaan virheasentoa. Yleisohjetta rannemur-
tuman ”hyväksyttävästä virheasennosta” on
vaikeaa määritellä, eikä asiasta sen vuoksi ole
yksituumaisuutta asiantuntijoidenkaan kesken
(4). Kasvuikäisillä lapsilla ranteen liikela-
juuden suunnassa oleva kallistuma eteen tai
taaksepäin kuitenkin korjautuu keskimäärin
nopealla tahdilla, jopa 2–8 asteen kuukausi-
vauhtia (5). Näissä suunnissa jopa 35 asteen
kallistus voidaan hyväksyä alle viisivuotiailla
pikkulapsilla, 5–12-vuotiaalla voidaan hyväk-
syä 25 asteen kallistuma ja vanhemmilla lapsilla
15–20 astetta (6). Ranteen liikealan vastainen
kallistus eli ulnaarinen tai radiaalinen kulmavir-
he korjautuu huonosti ja nuoremmilla lapsilla
enintään 15 asteen kallistus voidaan hyväksyä,
murrosikäisillä alle kymmenen astetta (7).

Poikkimurtumassa murtuman siirtymä mi-
tataan millimetreissä tai se voidaan suhteuttaa
luun paksuuteen. Alle puolen luun paksuuden
sivusiirtymällä ei yleensä ole vaikutusta hoi-
toon, vaan silloin kulmavirhe ratkaisee hoidon.
Jopa täydellinen siirtymä (100 % luun paksuu-
desta eli niin sanottu bajonettivirheasento) luu-
tuu ja muotoutuu uudelleen pienillä lapsilla hy-
vin (8). Murtuman täydellinen siirtymä aiheut-
taa kuitenkin niin huomattavan silmin näkyvän

TAULUKKO. Lapsen väärttinäluun alaosan murtuman asennon korjaamisen kynnyksarvoja eri ikäryhmissä. Hoito-
linjaukset pitää kuitenkin aina tehdä potilaskohtaisen harkinnan perusteella.

Lapsen ikä	0–5 v	5–12 v.	>12 v.
Kulmavirhe eteen tai taakse	35°	20°–25°	15°–20°
Kulmavirhe sivuille	15°	15°	10°
Murtuman siirtymä *	1 LP**	½ LP	½ LP
Rako nivelessä	1 mm	1 mm	1 mm
Pykälä nivelessä	1 mm	1 mm	1 mm

* LP = luun paksuus, ** Edellyttäen, että < 15° kulmavirhettä ja lyhentymää < 10 mm.

virheasennon, että murtuman paikalleen asettaminen tulee yleensä kysymykseen (**TAULUKKO**).

Jos kyynärvarren alaosan murtuma on lapsella huonoasentoinen, eikä sitä ilmiselvästi voidella sellaisenaan hyväksyä, lapsi on syytä lähettää yksikköön, jossa murtuman paikalleen asettaminen voidaan suorittaa. Pienemmällä lapsilla asennonkorjaus suoritetaan kevyessä yleisanestesiassa ja leikkaussaliolosuhteissa murtuma voidaan tarvittaessa kiinnittää ihon läpi asennetuilla sileillä metallipiikeillä. Isommilla lapsilla murtuma voidaan reponoida paikallisuudutuksessa, jos murtuman kirurgista kiinnittämistä ei nähdä aiheelliseksi.

Korkeatasoista tutkimusnäyttöä kiinnittämisen tai kiinnittämättä jättämisen puolesta on niukasti (9,10), ja valinta jää hoitavalle lääkärille (11). Itse suosin kirurgista kiinnittämistä, jos potilas on nukutettuna repositiota varten (**KUVA 4**). Niihin kyynärvarren alaosan murtumiin, jotka sijaitsevat metafyyisin ja luun putkiosan siirtymäalueella, sileät metallipiikit tai joustavat ydinnaulat eivät sovellu, ja levykiinnitys on vanhemmilla lapsilla perusteltu ratkaisu.

Kyynärvarren alaosan murtumat immobilisoidaan tavallisesti lyhyellä kämmenselän puoleisella lastalla, jonka tulee yltää riittävästi kyynärvarren etupuolelle (volaaripuolelle). Sormet jätetään liikkuviksi, samoin kyynärnivele (**KUVA 5**). Kyynärnivele yli yltävä kulmalasta ei tuo lisähyötyä (12).

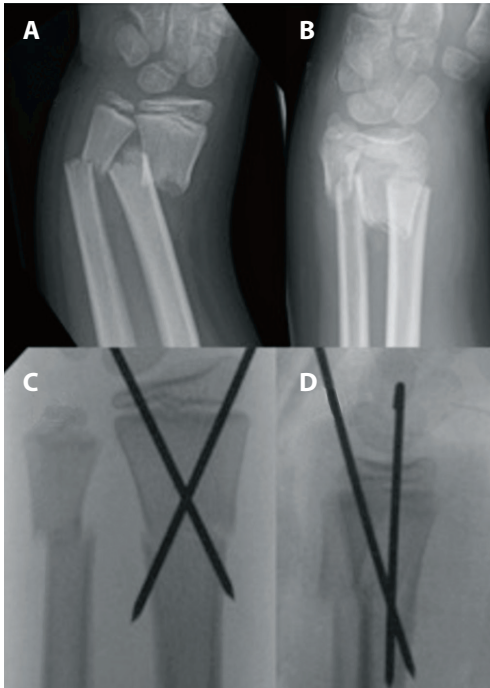
Kyynärvarren alaosan muiden murtumien kuin ryppymurtumien seuranta röntgenkuvien kiistanalaista. Eräät asiantuntijat osoittivat, että niiden pajunvitsamurtumien, joiden kulmavirhe on lähtötilanteessa ollut alle 20 astetta ja joita ei lähtötilanteessa reponoida, tiheä seuranta röntgenkuvien ei johda toimenpiteisiin (4).

Toisaalta, kyynärvarren alaosan reponoiduista pajunvitsamurtumista jopa 20–40%:lla asento huononee kipsissä niin paljon, että uusintarepositio on tarpeellinen (13,14). Tavallisesti pajunvitsamurtumaan pitää suhtautua epävakana murtumana. Turvallinen käytäntö on kontrolloida kaikki pajunvitsamurtumat röntgenkuvilla kertaalleen noin 7–10 päivän kuluttua. Myös väärttinäluun poikkimurtumat voivat kipsihoidossa käyttäytyä arvaamattomasti, ja niidenkin röntgenkuvaaminen noin viikon kuluttua on perusteltua (4). Kirurgisesti fiksoituja murtumia ei kontrolloida, mutta tapana on ottaa röntgenkuva ennen fiksaatiomateriaalin poistoa luutumistilanteen arvioimiseksi.

Väärttinäluun alaosan kasvulevymurtumat

Kasvulevymurtumia luokitellaan yleisimmin Salter–Harrisin luokituksen mukaan (**KUVA 1**). Jotkut asiantuntijat käyttävät mieluummin hiukan monipuolisempaa Petersonin luokitusta. Tärkeintä on hallita hyvin yksi kasvulevymurtumien luokitusjärjestelmä. Tavallisesti kyynärvarren alaosan kasvulevymurtuma on sellainen, jossa murtumarako suuntautuu metafyyssistä kasvuruston pintaan, mutta ei lävistä sitä (Salter–Harrisin tyyppi 2). Murtumasta huolimatta luun pituuskasvu jatkuu häiriintymättä. Hoito-
linja mukailee metafyyssimurtuman hoito-
linjaa, ja kulmavirhettä voidaan sietää ainakin 15–25 astetta potilaan iän mukaan.

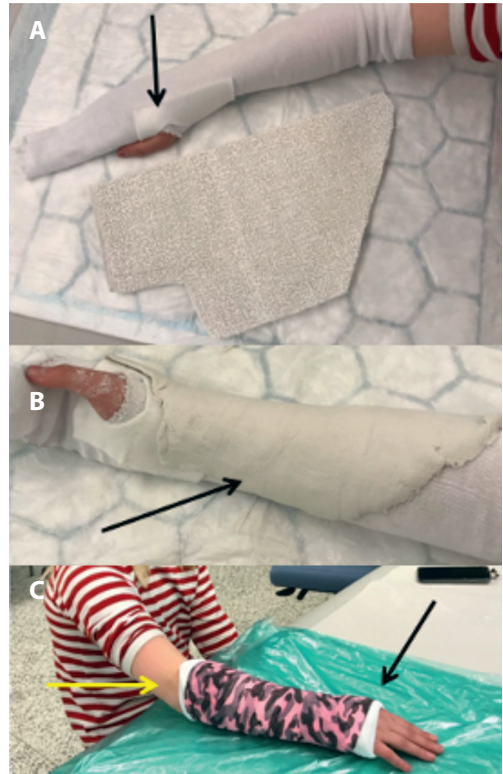
Kasvulevyn suuntaisissa tyyppin 1 murtumissa, joissa luutumistumake (epifyysi) ”liukuu” metafyyssin suhteen, murtuman enimmäissiirtymä, joka voidaan jättää luutumaan paikalleen, on 10 mm tai enintään puolen luun paksuuden



KUVA 4. Kynärvarren alaosan murtuma, jossa ovat sekä värttinäluun että kynärluun poikkimurtumat (A–B). Sulkeisen reposition jälkeen on tehty kirurginen kiinnittäminen sileillä metallipiikeillä (C–D). Värttinäluun kiinnittäminen on yleensä riittävä, eikä pieni jäännösvirheasento kynärluussa ole merkitsevä.

verran; sitä suurempi siirtymä reponoidaan. Kasvulevyn murtumien reponoinnissa on muistettava, että hoito voi itsessään vaurioittaa kasvurustoa ja repositio pitää suorittaa muutaman päivän sisällä vammasta ja toistuvia uusintarepositioita pitää välttää: lievä jäännössiirtymä kannattaa hyväksyä mieluummin kuin pyrkiä väkisin anatomiseen asentoon kasvurustohäiriön riskillä.

Ne kasvulevyvammat, jotka lävistävät kasvuruston tai yltyvät värttinäluun luutumistumakkeen läpi nivelpintaan asti, pitää hoitaa erityisen huolellisesti. Näihin tyyppiin 3 ja 4 vammoihin voi liittyä merkittävää pitkäaikaishaittaa. Suurempi kuin yhden millimetrin rako tai pykälä nivelessä edellyttää leikkaushoitoa. Kasvulevyssä näkyvä siirtymä voi puolestaan johtaa luusillan kehittymiseen metafyyisin ja epifyysin välillä, mistä seuraa osittainen tai täydellinen kasvulukko. Myös sellaisessa murtumassa anatomia on tarpeellista palauttaa leikkaushoidolla.



KUVA 5. Kynärvarren alaosan murtuma tuetaan parhaiten yksilöllisellä kipsilastalla. (A) Kuvassa näkyy kynärvarren suojaaminen harsosukalla. Peukalon tyveen tulee helposti hankausta, ja se alue kannattaa pehmustaa erikseen (nuoli). Kipsilasta tehdään leveästä rullatavarasta leikkaamalla muotoon sopivan kokoinen lasta. (B) Jotta murtuman asento saadaan kipsillä hallittua, kipsilastan täytyy yltyä riittävästi myös volaaripuolelle (nuoli), jolloin murtumaan saadaan kolmen pisteen tuki. (C) Valmiin kipsilastan pitää yltyä lähelle kyynärniveltä (keltainen nuoli) sekä rystysten tasolle asti (musta nuoli), mutta sekä kyynärnivelen että sormien pitäisi päästä vapaasti liikkumaan.

Kynärluun alaosan murtumat

Värttinäluun alaosan murtumaan voi liittyä kyynärluun alaosan murtuma. Yleensä värttinäluun asento yksinään määrittää hoidon tarpeen. Jos värttinäluun murtuma reponoidaan, kyynärluun murtumakin yleensä reponoituu asialliseksi. Jos päädytään värttinäluun kirurgiseen kiinnittämiseen, kyynärluu voidaan yleensä silti jättää kiinnittämättä. Kyynärluun piikkikiinnitys on mahdollista, ja leikkaava kirurgi ratkaisee asian kokonaisharkintansa perusteella.

Jopa 14 %:lla lapsista, joilla on värttinäluun

alaosan murtuma, on myöhemmin todettu liitännäisvammana kyynärluun puikkolisäkkeen murtuma (15). Puikkolisäke kalsifioituu lapsilla vasta 5–9-vuoden iässä, eikä rustoisen puikkolisäkkeen murtuma sitä ennen näy alkuvaiheen röntgenkuvissa (16). Vaikka kyynärlisäkkeen puikkolisäke jää usein luutumatta ja vaikka siihen kiinnittyy tärkeitä stabiloivia nivelsiderakenteita, luutumattomuudesta ei pitkälläkään aikavälillä näyttäisi olevan haittaa, mistä syystä kirurginen kiinnittäminen ei ole tarpeen (15).

Värttinäluun alaosan metafyysin murtumaan liittyy joskus kyynärluun pään sijoiltaanmeno. Kysymyksessä on Galeazzin murtuma, joka edellyttää aina kiireellistä leikkaushoitoa, jossa värttinäluun murtuma kiinnitetään yleensä levyllä (17). Tällaista vammaa muistuttaa myös lapsilla värttinäluun huonoasentoiseen metafyysimurtumaan liittyvä kyynärluun kasvulevyseparaatio, joka on tyyppin 1 murtuma.

Lapsen kyynärvarren alaosan murtuman komplikaatiot

Mahdollisia kyynärvarren alaosan murtuman primäärikomplikaatioita ovat keskihermon vaurio, jos murtuman siirtymä on huomattava (18). Hermon venytys- tai puristumavamma korjautuu lähes aina murtuman asennon korjaamisen myötä. Avomurtumia esiintyy harvakseltaan, ja pienen ja siistin haavan (Gustilon luokituksen tyyppi 1) vaikutus murtumahoitoon on nykytiedon valossa maltillinen; osa asiantuntijoista, kirjoittaja mukaan lukien, hoitavat murtumat tyystin ilman leikkaussalissa tapahtuvaa hoitoa, jos murtumat asentonsa puolesta soveltuvat pelkästään immobilisaatiohoitoon (19).

Kyynärvarren alueen aitiopaineoireyhtymä on toiseksi yleisin säären aitiopaineoireyhtymän jälkeen lapsilla, mutta silti hyvin harvinainen (20). Pitkäaikaiskomplikaatioista virheasento, joka voi johtua vammasta tai hoidosta, voi edellyttää myöhemmin katkaisu- ja kääntöleikkauksen (21). Värttinä- tai kyynärluun kasvulukko voi aiheuttaa kyynärvarren luiden välille niin suuren keskinäisen pituusepäsuhtan, että viereisen luun kasvulevy pitää sulkea.

Ydinasiat

- ▶ Lasten kyynärvarren alaosan murtumat ovat tavallisimpia lasten murtumia.
- ▶ Röntgenkuvan perusteella selvitetään murtuman tyyppi ja virheasento. Muita hoitolinjaan vaikuttavia asioita ovat lapsen ikä sekä mahdolliset komplikaatiot.
- ▶ Yleislääkäri voi hoitaa suuren osan lasten kyynärvarren alaosan murtumista lyhyen kipsilaston avulla.
- ▶ Kasvuruston tai nivelen halkaisevista rannemurtumista kannattaa konsultoida lasten ortopedia, lastenkirurgia tai lasten murtumiin perehtynyttä ortopedia tai käsikirurgia.

Lopuksi

Lasten kyynärvarren alaosan murtumat ovat tavallisia ja yleensä hyväennusteisia. Ensivaiheessa on määriteltävä ne seikat, jotka vaikuttavat murtuman hoitoon ja odotettavissa olevaan tulokseen: lapsen ikä, murtuman tyyppi sekä sijainti suhteessa kasvurustoon ja nivelpintaan, kulmavirheen sekä siirtymän määrä sekä mahdolliset primaarikomplikaatiot.

Valtaosa murtumista hoituu kipsaamalla, ja murtuman spontaani asennon korjaantuminen voidaan ymmärtää osaksi aktiivista hoitoa. Jos murtuman paikalleen asettaminen tehdään leikkaussaliolosuhteissa yleisanestesian avulla, kirurginen kiinnittäminen ihon pintaan jätettävillä teräspiikeillä on mielestäni yleensä järkevää, koska se ehkäisee varmuudella asennon pettämisen. ■

JUHA-JAAKKO SINIKUMPU, Lastenkirurgian professori ja ylilääkäri, lasten ortopedian ja traumatologian sekä lastenkirurgian dosentti
Lastenortopedian ja -traumatologian erityispätevyys
Lasten ja nuorten vastuualue, OYS, sekä PEDEGO-tutkimusyksikkö, Oulun yliopisto

VASTUUTOIMITTAJA
Ville Sallinen

SIDONNAISUUDET

Juha-Jaakko Sinikumpu: Apuraha (Bioretec oy), korvaukset koulutus- ja kongressikuluista (Bioretec oy), luottamustoimet (Suomen lastenortopedinen yhdistys: varapuheenjohtaja, Suomen lastenkirurgiyhdistys Sulamaaseura: jäsen, European Pediatric Orthopaedic Society: jäsen, European Pediatric Surgeons' Association: jäsen), hankkeet (Terveystieteiden tutkimuskeskus, MEDigi, DigiCampus)

KIRJALLISUUTTA

- Hedstrom EM, Svensson O, Bergstrom U, ym. Epidemiology of fractures in children and adolescents. *Acta Orthop* 2010;81:148–53.
- Rennie L, Court-Brown CM, Mok JY, ym. The epidemiology of fractures in children. *Injury* 2007;38:913–22.
- Mann DC, Rajmaira S. Distribution of physeal and nonphyseal fractures in 2,650 long-bone fractures in children aged 0-16 years. *J Pediatr Orthop* 1990;10:713–6.
- Randsborg P, Sivertsen EA. Distal radius fractures in children: substantial difference in stability between buckle and greenstick fractures. *Acta Orthop* 2009;80:585–9.
- Jeroense KT, America T, Witbreuk MM, ym. Malunion of distal radius fractures in children: remodeling speed in 33 children with angular malunions of ≥ 15 degrees. *Acta Orthop* 2015;86:233–7.
- Wilkins K. Nonoperative management of pediatric upper extremity fractures or 'don't throw away the cast'. *Tech Orthop* 2005;20:115–41.
- Skaggs DL, Frick S. Upper extremity fractures in children. Kirjassa: Weinstein S, Flynn JM, toim. Lovell and Winter's pediatric orthopaedics. Vol. 1. 7th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins 2014, s. 1694–772.
- Crawford SN, Lee LS, Izuka BH. Closed treatment of overriding distal radial fractures without reduction in children. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94:246–52.
- Bae DS. Pediatric distal radius and forearm fractures. *J Hand Surg* 2008;33:1911–23.
- Waters PM, Bae DS. Fractures of the distal radius and ulna. Kirjassa: Beaty JH, Kasser JR, editors. Rockwood and Wilkins' fractures in children. 7th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins 2010, s. 292–346.
- Sengab A, Krijnen P, Schipper IB. Displaced distal radius fractures in children, cast alone vs additional K-wire fixation: a meta-analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2019;45:1003–11.
- Bohm ER, Bubbar V, Yong Hing K, ym. Above and below-the-elbow plaster casts for distal forearm fractures in children. A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:1–8.
- Alemdaroglu KB, Iltar S, Çimen O, ym. Risk factors in redisplacement of distal radial fractures in children. *J Bone Joint Surg* 2008;90:1224–30.
- Miller BS, Taylor B, Widmann RF, ym. Cast immobilization versus percutaneous pin fixation of displaced distal radius fractures in children: a prospective, randomized study. *J Pediatr Orthop* 2005;25:490–4.
- Korhonen L, Victorzon S, Serlo W, ym. Non-union of the ulnar styloid process in children is common but long-term morbidity is rare: a population-based study with mean 11 years (9-15) follow-up. *Acta Orthop* 2019;90:383–8.
- Abid A, Accadbled F, Kany J, ym. Ulnar styloid fracture in children: a retrospective study of 46 cases. *J Pediatr Orthop B* 2008;17:15–9.
- Walsh HP, McLaren CA, Owen R. Galeazzi fractures in children. *J Bone Joint Surg Br* 1987;69:730–3.
- Nietosvaara Y, Hasler C, Helenius I, ym. Marked initial displacement predicts complications in physeal fractures of the distal radius: an analysis of fracture characteristics, primary treatment and complications in 109 patients. *Acta Orthop* 2005;76:873–7.
- Wetzel RJ, Minhas SV, Patrick BC, ym. Current practice in the management of type I open fractures in children: a survey of POSNA membership. *J Pediatr Orthop* 2015;35:762–8.
- Livingston KS, Glotzbecker MP, Shore BJ. Pediatric acute compartment syndrome. *J Am Acad Orthop Surg* 2017;25:358–64.
- Meier R, Prommersberger K, van Griensven M, ym. Surgical correction of deformities of the distal radius due to fractures in pediatric patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004;124:1–9.