

Vamman jälkeisten alaraajan deformiteettien erityispiirteet ja pidennysleikkaukset ydinnaulan avulla

Jan Lindahl

HYKS, Ortopedian ja traumatologian klinikka, Töölön sairaala

Suomessa murtumahoito on korkealla tasolla ja merkittäviä alaraajan deformiteetteja epäonnistuneesta primaarihoidosta johtuen tulee vähän. Osa ongelmista on vanhoja ja tulevat esille potilaalle myöhemmin ilmaantuneiden selkä-, lonkka-, polvi- tai nilkkavaivojen vuoksi. Intra-artikulaariset deformiteetit ovat vaikeammin kirurgisesti korjattavissa kuin diafyysi- tai metafysialueen ongelmat.

Vamman jälkeinen deformiteetti sijaitsee yleensä yhdellä tasolla tiettyssä luusegmentissä (uniapikaalinen deformiteetti). Sen sijaan käyryys koko putkiliuussa (jatkuva multiapikaalinen deformiteetti) liittyy tavallisimmin Pagetin tautiin, osteogenesis imperfectaan, riisitautiin tai muihin sairauksiin, joissa luu on rakenteeltaan poikkeavaa. Vamman jälkeinen deformiteetti voidaan yleensä korjata yhdellä osteotomialla. Multiapikaalisten deformiteettien korjauksessa tarvitaan useimmiten useamman tason osteotomia (1).

Reiden ja säären pidennys sekä virheasennon korjaus voidaan tehdä käyttäen distraktio-osteogeneesiä. Käytännön toteutus voidaan suorittaa joko eksternifiksaattorilla, ydinnaulalla tai näiden tekniikoiden yhdistelmällä (2–7). Myös uudempia tekniikoita, kuten lukkolevyn käyttöä tibian pidennyksessä, on julkaistu (8).

Tässä esityksessä käydään läpi vamman jälkeisten alaraajan deformiteettien diagnostiikkaa ja erityispiirteitä sekä Töölön sairaalan kokemuksia sekä femurin että tibian pidennysleikkauksista pidennykseen tarkoitettujen ydinnaulojen avulla.

Kuvantaminen

Pituusero. Vammautunut raaja voi olla joko pidentynyt tai lyhentynyt suhteessa terveeseen raajaan. Kun vasta puolen raaja on normaali, voidaan pituusero määrittää mittaamalla sekä terveen että murtuneen luun ja raajan pituus. Mittaustapoja on useita. Töölön sairaalassa käytetään sekä seisten otettua alaraajojen mekaaninen

akseli -röntgenkuvausta (koko alaraajat kuvataan) että alaraajojen TT-skouttikuvausta. Femurin ja tibian pituudet sekä koko alaraajan pituus mitataan molemmilta puolilta. Tärkeänä mittaukseen liittyvänä virhelähteenä on kuvan mahdollinen suurennus. Tämän vuoksi pituuseroröntgenkuvaan liitetään vertikaalinen senttimetrimitta, johon kuvasta mitattu pituusero (millimetreissä) suhteutetaan. Pitkään jatkunut alaraajojen pituusero voi aiheuttaa fiksoidun lannerangan skolioosin ja lantion vinouden, joka tulee huomioida potilasta tutkittaessa ja mittauksia tehtäessä. Lantion vinous voi liittyä myös lonkkanivelen kontraktuuraan. Polven ojennusvajaus on tärkeää huomioida pituuseroa määritettäessä. Kliiniseen alaraajojen pituuseromittaukseen liittyy parhaimmillaankin yhden cm:n virhemarginaali.

Alignment. Vamman jälkeiseen deformiteettiin liittyy usein akselivirhettä joko koronaalitasossa tai sagittaalitasossa. Alaraajojen röntgenkuvista määritetään koko alaraajan mekaaninen akseli ja erikseen femurin tai tibian mahdollinen varus/valgus suuntainen akselivirhe. Antecurvatumin/recurvatumin mittaamiseksi tarvitaan alaraajan sivukuva, joka tulee pyytää erikseen, sillä se ei kuulu alaraajojen mekaaninen akseli -röntgenkuvaukseen.

Rotaatiivirhe. Rotaatiivirhe liittyy usein femurin tai tibian ydinnaulaukseen tai murtuman konservatiiviseen hoitoon (lapset ja nuoret). Rotaatiivirhe voidaan luotettavimmin määrittää TT-kuvauksella. Femurin osalta otetaan horisontaalileikkeet sekä lonkan, femurkondyylien että tibiakondyylien tasolta ja säären kohdalla myös distaalisen tibian ja nilkan tasolta. Kuvista mitataan femurin anteversiokulma ja puoliero terveeseen. Vastaavalla tavalla mitataan tibian rotaatiivirhe.

Inta-artikulaarinen deformiteetti. Natiiviröntgenkuvien lisäksi tarvitaan TT- ja 3D-kuvat, joiden perusteella saadaan käsitys nivelpintojen statuksesta ja luutumisasteesta sekä mahdollisista defekteistä.

Arvet

Primaarileikkauksessa käytetyt poikittaiset viillot erityisesti polven alueella aiheuttavat ongelmia, koska myöhäiskorjauksissa käytetään pitkittäisiä avauksia samoin kuin mahdollisissa myöhäisvaiheen tekoni- velleikkauksissa. Haavareunanekroosin ja haavainfektioiden riski on merkittävä, mikäli pitkittäinen avaus joudutaan tekemään poikittaisen arven yli. Varhaisvaiheen syvä haava-infektio on mahdollista hoitaa kirurgisella revisiolla ja peittämällä defektialue paikallisella lihaskielekkeellä (m. gastrocnemius) ilman implantin poistoa. Mikäli asiaan ei puututa ajoissa ja syvä infektio muuttuu krooniseksi, joudutaan interni fiksaatio usein poistamaan. Samalla helposti menetetään saavutettu korjaustulos. Pinnallinen haava-infektio ja pieni haavareunanekroosi voidaan hoitaa paikallishoidoin ja antibiooteilla.

Pehmytkudokset

Pidennysleikkauksissa pehmytkudosten puolelta tuleva vastus voi olla pienempi posttraumaattisissa tilanteissa (murtuman aiheuttama kasvuhäiriö tai murtuman pohjalta kehittynyt lyhentymä) kuin kongenitaalisissa raajadeformiteeteissa.

Laajat pehmytkudosvammojen jälkitilat voivat aiheuttaa ongelmia pidennysleikkausten yhteydessä lisääntyneenä vastuksena pidennykselle. Pidennyksen seurauksena lihakset kiristyvät ja tähän voi liittyä nivelalueen ongelmia ja deformiteetteja erityisesti, jos venytykset eivät ole alusta lähtien riittävän säännöllisiä ja tehokkaita. Pehmytkudosten puolelta tuleva vastus on suhteessa pidennyksen määrään.

Potilaaseen liittyvät riskitekijät

Hoitopäätöksiä tehtäessä potilaaseen liittyvät riskitekijät tulee ottaa huomioon (taulukko 1). Päihteiden käyttö on alaraajan vaativan osteotomian ja pidennysleikkauksen ehdoton vasta-aihe. Nikotiini huonontaa luutumisenestettä raajapidennyksissä (9). Psykyongelma voi olla vasta-aihe, koska pidennysleikkaus vaatii potilaalta pitkäjännitteisyyttä ja hyvää motivaatiota pitkään kuntoutukseen. Huomattava obesiteetti on relatiivinen vasta-aihe elektiivisessä ortopediassa. Sekä femurin että tibian pidennysnaula voi katketa hidastuneen luutumisen yhteydessä ja tämä riski on ylipainoisen kohdalla keskimääräistä suurempi. Tibian pidennysnaulat (ISKD) ovat halkaisijaltaan ohuempia

ja mekaanisesti heikompia kuin vastaavat femurin pidennysnaulat. Yleisinä vasta-aiheina pidetään raajan hermotoiminnan häiriöitä, huomattavaa epämuotoisuutta ja polven vaikeaa instabiliateettia, jota ei voida korjata. Nivelen kontraktuura on vasta-aihe, koska pidennyksen aikana tilanne herkästi edelleen pahentuu. Vaikeaa osteoporoosia ja sairauksia, joissa luun rakenne on poikkeavaa, pidetään myös vasta-aiheina.

Taulukko 1. Potilaaseen liittyvät riskitekijät

- Perussairaudet
 - ASO
 - Diabetes
 - Nivelreuma
 - Obesiteetti
 - Päihdeongelma
 - Tupakanpolto
 - Psykykinen sairaus
 - Pareesi (raajan motorinen/sensorinen toimintahäiriö)
 - Polven instabiliateetti
 - Osteoporoosi
-

Alaraajan pidennys

Pidennys toteutetaan yleensä distraktio-osteogeneesin avulla. Femur ja tibia ovat tavallisimmat pidennyksen kohteet. Aikuisilla kyse on useimmiten posttraumaattisesta tilasta. Lapsilla tehdään erilaisia synnyntäisten raajaepämuodostumien korjauksia. Aikuisten pidennysleikkausten luutumisaika on selvästi pidempi kuin lapsilla. Pidennyksen yhteydessä voidaan lisäksi korjata sivusiirtymää, angulaatio- ja rotaatiovirhettä.

Pidennysmenetelmiä ovat:

- 1) Unilateraali eksternifiksaattori (Ortofix, Hoffmann monotube, etc.)
- 2) Rengaskehikko (Ilizarov, Taylor spatial frame)
- 3) Eksternifiksaattorin ja ydinnaulan käyttö yhdessä
- 4) Pidennysydinnaulat (Albizzia, ISKD, etc.)

Diafyysialueen deformiteetti

Ydinnaulan avulla tehtävissä femurin pidennysleikkauksissa kortikotomia voidaan tehdä mini-invasiivisesti intramedullaarisen sahan avulla (Johnson&Johnson). Murtuma-alueen paksu kallusmuodostus estää intramedullaarisen sahan käytön, koska terän pituus riittää ainoastaan normaalipaksuisen korteksin katkaisuun.

Mikäli im-kortikotomiaa ei voida tehdä kalluksen ylä- tai alapuolelle, joudutaan se tekemään alkuperäisen murtuman tasoon avoimesti lyhyestä lateraalisesta avauksesta käyttäen vierekkäisiä saman tason porauksia ja talttaa.

Femurmurtuman jälkitilaan liittyvä ad latus siirtymä diafyysialueella voidaan korjata pidennysleikkauksen yhteydessä tekemällä avoin osteotomia deformiteetin tasoon ja kairaamalla naulalle kanava keskelle ydinonteloa vammatazon molemmin puolin. Samalla voidaan korjata murtuman jälkitilaan liittyvä akselivirhe. Tämä näyttää hidastavan distraktio-osteogeneesiä pidennysalueella. Mikäli ad-latus siirtymä sijaitsee distaalisemmin diafyysialueella ei suoraa pidennysnaulaa voida käyttää. Sen sijaan suurenkin akselivirheen korjaus diafyysialueella ilman raajan samanaikaista pidennystä onnistuu hyvin standardilla salpaydinnaulalla.

Vanhan murtuman jälkitilaan liittyvän rotaatiivirheen korjaus ydinnaulalla tehtävän pidennysleikkauksen yhteydessä vaikuttaa myös hidastavan distraktio-osteogeneesiä ja pidennysalueen konsolidaatiota. Sen sijaan femurin tai tibian rotaatiokorjaus salpaydinnaulan avulla ilman pidennystä onnistuu yleensä hyvin.

Metafyysialueen deformiteetti

Tavallisin posttraumaattinen deformiteetti liittyy tibian kondylaaristen murtumien jälkitilaan. AO C-tyypin bikondylaaristen murtumien yhteydessä kehittyvä herkästi varussuuntainen akselivirhe, jos käytetään ainoastaan lateraalista levykiinnitystä. Tämä voidaan korjata tibian proksimaalisella opening wedge osteotomialla käyttäen mediaalista lukkolevykiinnitystä. Myös asteittaista korjausta (distraktio-osteogeneesiä) unilateraalisen eksternifiksaattorin avulla on käytetty.

Polven hyperekstensiovammoihin voi liittyä tibian nivelpinnan kallistuminen eteenpäin joko uni- tai bikondylaarisesti. Mikäli tämä jää primaarivaiheessa diagnosoimatta tai hoitamatta, voidaan myöhäisvaiheessa tehdä sagittaalitason korjaus kiilaosteotomian avulla ja palauttaa tibian nivelpintatason normaali vajaan 10 asteen posteriorinen kallistus.

Femurin ja tibian distaaliosan varus- tai valgussuuntainen akselivirhe voidaan korjata joko closing wedge tai opening wedge tekniikalla ja lukkolevykiinnityksellä.

Intra-artikulaarinen deformiteetti

Polvinivelen alueella on vamman jälkeen joissakin

poikkeustilanteissa mahdollista suorittaa myöhäisvaiheen korjausleikkauksia. Dislokoitunut ja luutumaton osa femur- tai tibiakondyyliä voi olla mahdollista redusoida ja luuduttaa oikeaan asentoonsa. Myös virheasentoon luutunut nivelpinnan kantava osa (selvä pykälä kantavan nivelpinnan alueella) voi olla mahdollista hoitaa korjaavalla osteotomialla. Edellytyksenä myöhäisvaiheen (> 21 vrk) korjauksille on, että kantavat rustopinnat ovat säilyneet hyvässä kunnossa. Tarkka yksilöllinen preoperatiivinen suunnittelu on tärkeää ja toimenpiteeseen liittyvät hyödyt ja mahdolliset haitat tulee käydä potilaan kanssa tarkoin läpi.

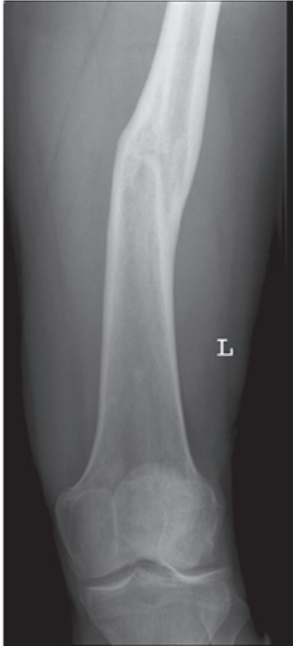
Töölön sairaalassa suoritettujen alaraajan pidennykset ydinnaulan avulla

Femurin pidennykset. Vuosina 2002-2009 tehtiin 14 femurin pidennysleikkausta ydinnaulan avulla (11 Albizzia-naulalla ja 3 ISKD naulalla). Lyhentymän ja deformiteetin etiologia oli aikaisempi murtuma 13 potilaalla ja Legg-Perthes-Calve taudin jälkitila yhdellä potilaalla. Suoritettu femurin pidennys oli keskimäärin 30 (22-45) mm. Femurin kortikotomia tehtiin suljetusti intramedullaarisella sahalla 10 potilaalla ja avoimesti neljälle.

Kliininen ja radiologinen lopputulos oli erinomaisen tai hyvää 13 potilaalla (93%).

Neljä potilasta reoperoitiin hidastuneen luutumisen vuoksi. Näistä kahdelle suoritettiin hohkaluunsiirto ja lisäksi laitettiin joko DBX®:ää tai Osigraftia®, jonka jälkeen pidennysalue konsolidoitui. Toiset kaksi potilasta jouduttiin leikkaamaan kumpikin kolmasti uudelleen; molemmilla vaihdettiin kerran distaaliset salparuuvit, toiselle tehtiin yksi ja toiselle kaksi renaulausta naulan katkeamisen vuoksi ja lisäksi luunsiirto. Lopulta nämäkin luutuivat, mutta saavutetusta pidennyksestä menetettiin toisella 5 mm ja toisella 10 mm. Jälkimmäisellä myös korjattu ulkorotaatiivirheasento osittain palautui. Kaikilla 4 potilaalla, joilla todettiin hidastunut luutuminen, oli tehty pidennyksen lisäksi samanaikainen rotaatiivirheen korjaus ja kahdelle myös akselivirheen korjaus. Yhdellä potilaalla Albizzia-naula vaihdettiin standardi salpaydinnaulaan, koska naula pidentyi ilman aktiivisia naksautuksia yli pidennystavoitteen, pituus saatiin samalla korjattua oikeaksi. 9/14 potilaalla (64%) pidennys onnistui ilman reoperaatioita. Yhtään pinnallista tai syvää haavainfektioita ei todettu. Nivelten kontraktuuraa tai deformiteetteja ei kehittynyt.

Tibian pidennykset. Vuosina 2006-2009 tehtiin



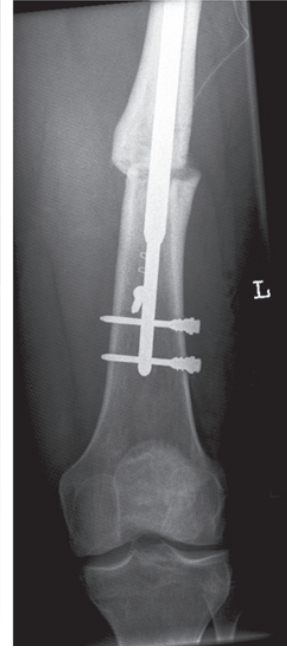
Kuva 1 A



Kuva 1 B



Kuva 1 C



Kuva 1 D

Kuva 1 (a-h). 42 vuotias mies, jolla nuoruudessa konservatiivisesti hoidettu vasemman reiden diafyysialueen murtuma luutui virheasentoon ja raajaan kehittyi 3 cm lyhentymä ja 15 asteen sisärotaatio (a-c). Deformiteetin kohdalle tehtiin avoimesti korrektiivinen osteotomia mukaan lukien rotaatiokorjaus ja aloitettiin asteittainen pidennys Albizzia pidennysnaulan avulla (d-e). Pidennystavoite saavutettiin ja raajan mekaaninen akseli saatiin korjattua (f). Pidennysalue myös luutui hyvään asentoon (g-h).

kaksi tibian pidennysleikkausta ISKD-ydinnaulan (Intramedullary Skeletal Kinetic Distractor) avulla. Toisella potilaista lyhentymä johtui vaikean avomurtuman jälkivilasta ja toisella lyhentymä liittyi polion jälkivilaan. Molemmat tibian kortikotomiat tehtiin avoimesti. Intramedullaarista sahaa ei tibian kortikotomiaa varten ole käytettävissä. Suoritettu pidennys oli keskimäärin 47 (42-55) mm. Molemmissa tapauksissa pidennystavoite saavutettiin, mutta vamman jälkivilan korjauksen yhteydessä jouduttiin pidennysnaula vaihtamaan sen katkeamisen vuoksi standardi salpaydinnaulaan. Tibian pituus ja alignment säilyivät muuttumattomina. Molemmat luutuivat hyvään asentoon. Polvi- ja nilkkanivelten liikelaaajuudet ja toi-

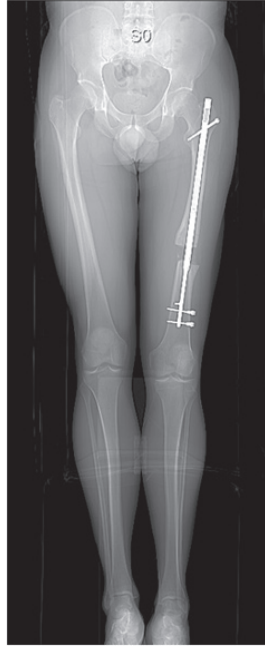
mina säilyivät normaaleina aktiivisen kuntoutuksen avulla. Hermovammoja ei todettu, ei myöskään haavainfektioita.

Pidennyksen seuranta

Pidennysleikkauksissa varsinainen asteittainen pidennys aloitetaan n. viikon kuluttua kortikotomiasta. Pidennystavoite on 1 mm / vrk, joka toteutetaan kolmessa tai neljässä vaiheessa. Albizzia pidennysnaulalla tämä toteutetaan tekemällä raajan edestakaisia rotaatioliikkeitä; oikeaa jalkaa käännetään ensin sisärotaatioon ja vasenta ulkorotaatioon. Naulan yksi naksaus (rotaatio sisäänpäin ja ulospäin tai päin vastoin) tuottaa 0,067 mm pidennyksen ja 3 x 5 naksasta yhteensä 1 mm:n pidennyksen. ISKD-naulassa rotaatioliike on pidennyksen tuottavan rotaatioliikkeen osalta pienempi ja tapahtuu käytännössä itsestään. Jos ISKD-naula pitenee liian nopeasti, voidaan sitä hidastaa esim. takalastan avulla, jolloin raajan rotaatioliikkeiden määrä pienenee. Pidennysnopeuden tarkka seuranta on tärkeää, jotta luutumisen tapahtuisi optimaalisessa aikataulussa. Koko hoitoprosessin aikana röntgenkuvauksista potilaalle aiheutuva säderasitus on erityisesti femurin pidennyksissä kohtuullisen suuri, jonka vuoksi kuvausten määrään tulisi kiinnittää huomiota (10).



Kuva 1 E



Kuva 1 F



Kuva 1 G



Kuva 1 H

Yhteenveto

Hyvä murtumien ja vammojen primaarihoito on keskeistä traumatologiassa. Näin pystytään pitkälle välttämään raajadeformiteettien kehittymisen. Kynnsreoperaation suorittamiseen varhaisvaiheessa ei saa olla liian korkea silloin, kun primaarihoidossa ei ole saavutettu hyväksyttävää tulosta. Intra-artikulaarinen deformiteetti on harvoin mahdollista korjata myöhäisvaiheessa. Metafyysi- ja diafyysialueen deformiteettien korjaus sen sijaan on usein mahdollista, mutta näihin leikkauksiin liittyy kohtuullisen paljon komplikaatioita. Eniten luutumisongelmia liittyy pidennysleikkauksiin pidennysnaulan avulla silloin, kun osteotomian yhteydessä tehdään myös rotaatiovirheen korjaus ja mahdollinen akselivirheen/ad latus siirtymän korjaus. Potilaan tarkka tutkiminen ja kuvantaminen sekä hyvä preoperatiivinen suunnittelu luovat edellytykset hyvälle lopputulokselle.

Kirjallisuus

1. Paley D, Tetsworth K: Mechanical axis deviation of the lower limbs. Preoperative planning of multiapical frontal plane angular and bowing deformities of the femur and tibia. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;280:65-71.
2. Guichet J-M, Casar RS: Mechanical characterization of a totally intramedullary gradual elongation nail. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;337:281-290.
3. Cole JD, Justin D, Kasparis T, DeVlugt D, Knobloch C: The intramedullary skeletal kinetic distractor (ISKD): first clinical results of a new intramedullary nail for lengthening of the femur and tibia. *Injury.* 2001;32:S-D129-S-D139.
4. Guichet J-M, Deromedis B, Donnan LT, Peretti G, Lascombes P, Bado F: Gradual femoral lengthening with the Albizzia intramedullary nail. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:838-848.
5. Hankemeier S, Pape H-C, Gosling T, Hufner T, Richter M, Krettek C: Improved comfort in lower limb lengthening with the intramedullary skeletal kinetic distractor. Principles and preliminary clinical experiences. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2004;124:129-133.
6. Shyam AK, Song H-R, An H, Isaac D, Shetty GM, Lee SH: The effect of distraction-resisting forces on the tibia during distraction osteogenesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91-A:1671-1682.
7. Bilen FE, Kocaoglu M, Eralp L, Balci H: Fixator-assisted nailing and consecutive lengthening over an intramedullary nail for the correction of tibial deformity. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92-B:146-152.
8. Oh C-W, Song H-R, Kim J-W, Min W-K, Park B-C: Limb lengthening with a submuscular locking plate. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91-B:1394-1399.
9. Kucukdeveci O, Sarisozen B, Atici T, Ozcan R, Adim SB: The effect of nicotine on distraction osteogenesis: An experimental study on rabbits. *J Trauma.* 2009;67:1376-1383.
10. Schiedel F, Buller TC, Rödl R: Estimation of patient dose and associated radiogenic risks from limb lengthening. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467:1023-1027.