

Aikuisen latuskajalan kirurginen hoito

Helka Koivu

Terveystalo Pulssi, Turku

There is a wide spectrum of surgical procedures for the management of adult-acquired flatfoot. Choosing the right option for each patient individually requires experience from the surgeon. Literature provides assistance to support the decision making. Different treatment options are presented according to the stage of the disease. In general, stage 1 disease may be treated with only tenosynovectomy, but all stage 2 and stage 3 patients require more aggressive treatment including bony realignment procedures. These demanding procedures should be centralized to orthopaedic surgeons focused on foot and ankle surgery.

Yleistä aikuisen latuskajalan kirurgisesta hoidosta

Aikuisen latuskajalan kirurginen hoito on käytännössä aina yhdistelmä sekä luisia että pehmytkudosten toimenpiteitä. Toimenpiteen valintaan vaikuttavat sairauden aste, virheasennon suuruus ja kolmiulotteinen suunta, nivelten kunto ja potilaasta riippuvat tekijät. Hyvä kliininen tutkimus ja seisten otettu röntgenkuva ovat tärkeimmät työkalut leikkausta suunniteltaessa. Preoperatiivinen MK on tarpeen stage 1 -taudissa, jossa kirurginen hoito tulee kuitenkin harvoin kyseeseen. Leikkaukseen lähtiessä tulisi olla mahdollisimman valmis leikkaussuunnitelma, mutta toimenpide etenee asteittain, ja kaikkia suunniteltuja toimenpiteitä ei välttämättä tarvita. Leikkausten jälkihoito ja kuntoutus on raskasta ja pitkäkestoista. Toipumista tapahtuu pitkään, esimerkiksi Koun ym. (1) työssä todettiin kliinisen tuloksen parantuvan 6 kk ja 12 kk kohdalla ja vasta toisena vuonna edistymistä ei enää todettu. Tässä artikkelissa esittelen eri kirurgiset toimenpiteet jaoteltuina sairauden asteen mukaisesti. Jokaiseen jalkakirurgiseen toimenpiteeseen liittyviä yleisiä komplikaatioita, kuten haavan paranemisen ongelmia, hermovaurioita tai osteosynteesimateriaalien aiheuttamia haittoja ei käsitellä joka kohdassa erikseen.

Stage 1

Stage 1 -taudin kirurginen hoito tulee kyseeseen harvoin. Todellisessa stage 1 -tilanteessa oireet rauhoittuvat yleensä hyvin konservatiivisella hoidolla. Joissain tapauksissa kuitenkin tenosynovektomia on aiheellinen. Seronegatiivista spondyloartropatiaa sairastavilla potilailla tenosynovektomiaan kannattaa lähteä varhaisessa vaiheessa eli jo silloin, jos kuuden viikon konservatiivinen hoito ei ole tuottanut tulosta. Tenosynoviitin on näillä potilailla todettu olevan huomattavan aggressiivinen ja jänteen repeämän riski on suurempi kuin muilla (2). Muilla potilailla konservatiivisen hoidon tulos on syytä arvioida vasta aikaisintaan kolmen kuukauden jälkeen. Tenosynovektomian kontraindikaatiot ovat tibialis posterior -jänteen selkeä tendinosis tai repeämä sekä tilanteet, joissa jalkaan on jo kehittynyt virheasentoa. Preoperatiivinen MK on tarpeen tenosynovektomiaa suunniteltaessa juuri jänteen kunnon arviointia varten. Toimenpiteessä on jänteen puhdistuksen lisäksi aiheellista tarkistaa jänteen venyvyys, sillä sen puuttuessa kyseessä ei ole enää stage 1 -tauti ja tarvitaan laajempia toimenpiteitä. Postoperatiivisesti pyritään nopeaan mobilisaatioon. Kipsilastaa tai -saapasta suositellaan käytettäväksi noin 10 päivän ajan, jonka jälkeen potilas voi aloittaa varaamisen ortoosin kanssa. Tenosynovektomian tulokset ovat kirjallisuuden mukaan hyvät, ja epäonnistumiset liittyvät yleensä tilanteisiin, jossa kyseessä on ollut jo stage 2 -tauti (2-6).

Stage 2

Jännesiirteet

Suurin osa kirjallisuudesta käsittelee stage 2 -taudin hoitoa. Tässä taudin vaiheessa katsotaan yleisesti, että tibialis posterior -jänne (PTT) tarvitsee augmentaation. Yleisimmin käytetty jännesiirre on flexor digitorum longus (FDL). Myös flexor hallucis longusta (FHL) on käytetty. FDL-siirteen etuja ovat sen sijainti PTT:een nähden, vetosuunta on molemmilla lihaksilla sama ja ne toimivat samassa askelluksen vaiheessa. Vaikka FDL:n voima on vain noin 30 % PTT:n voimasta, se riittää kuitenkin hyvin vastustamaan PTT:n pääasiallisen antagonistin, peroneus brevis -lihaksen voimaa. Sekä FDL- että FHL-siirteiden on todettu vähentävän ko. varpaiden fleksiovoimaa (7), mutta FDL-jännesiirteen aiheuttaman haitan on ajateltu olevan kliinisesti merkityksettömämpi. Jännesiirtoa ei koskaan tehdä ainoana toimenpiteenä, vaan siihen on liitettävä luisia toimenpiteitä, kuten kantaluun medialisoiva osteotomia. Jotta jännesiirre olisi toimiva, subtalonivelen inversion tulisi olla vähintään 15 astetta ja jalkaterän adduktion vähintään 10 astetta. Kontraindikaatiot siirteelle ovat em. liikelaajuuksien puuttuminen sekä subtal-, talonavikulare (TN)- tai calcaneocuboidalenivelen (CC) oireinen arthroosi. Merkittävä ylipaino erityisesti vaikeammissa virheasennoissa on relatiivinen kontraindikaatio ja näiden potilaiden kohdalla paras tulos saavutettaneen tripledeesillä. Leikkauksessa avaus tehdään mediaalimalleolin kärjestä kaartuen jänneiden kulkureitille navicularen yli. Jännetuppi avataan ja PTT puhdistetaan, tarvittaessa revidoidaan kokonaan. Joissain tilanteissa on kehittynyt jo totaali repeämä, eikä jänneen proksimaalipäätä ole enää löydettävissä. Distaalista tumppea voi tarvittaessa käyttää spring-ligamentin augmentaatiossa ja se kannattaa säästää. FDL-jännetuppi avataan proksimaalisesti ja jänne katkaistaan distaalisesti ennen Henryn solmua, jossa FDL ja FHL kiinnittyvät toisiinsa. Tenodeesia suositellaan ennen katkaisua, mutta se ei ole välttämätöntä. FDL voidaan kiinnittää naviculareen, mediaaliseen cuneiformeen tai PTT:n tumppiin (8), mutta yleisimmin käytössä on kiinnitys naviculareen porakanavan kautta, tarvittaessa interferenssiruuvilla. Sopiva kireys jännteelle on noin puolivälissä maksimaalista ja minimaalista kireyttä. Postoperatiivisesti suositellaan kipsihoitoa ja varaamattomuutta kuuden viikon ajan, jonka jälkeen potilas saa alkaa varata ortoosin kanssa ja fysioterapia

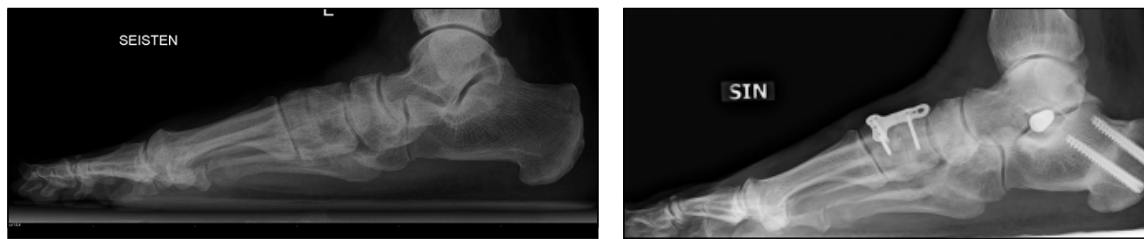
aloitetaan. Liian aggressiivista kuntoutusta pitää varoa, esimerkiksi yhden jalan varpailleenousut aloitetaan vasta 3 – 4 kuukauden kuluttua. Venyttelyt ja kevyet inversioharjoitteet on syytä aloittaa kuitenkin jo 6 viikosta alkaen. Isoloidun FDL-siirteen tulokset latuskajalan korjauksessa ovat huonoja (9-11), eikä se sovellu käytettäväksi yksinään, vaan toimenpiteeseen tulee aina liittää luinen asennonkorjaus (11).

Kantaluun medialisoiva osteotomia

Kantaluun medialisoivan osteotomian (MCO) (kuvat 1, 2, 4, ja 6) kuvasi ensimmäisenä Gleich jo vuonna 1893 (12), mutta Koutsogiannis (13) ehdotti ensimmäisenä sitä mobiilin latuskajalan korjaukseksi vuonna 1971. Biomekaanisesti kantaluun medialisaatio siirtää akillesjänneen vedon suuntaa mediaalisesti, mikä lisää alemman nilkkanivelen inversiovoimaa (14,15). Lisäksi toimenpide siirtää painetta I metatarsaalin alta jalkaterään lateraalisesti sekä siirtää momenttia talonavikulareniveleltä calcaneocuboidalenivelelle (16-18). Toimenpidettä käytetään yleisesti yhdessä FDL-siirteen kanssa ja kontraindikaatiot ovat samat kuin FDL-siirteelle. Avaus tehdään lateraalisesti kantaluun päälle, joko viistoon tai L-mallisesti. Suralishermo on syytä identifoida ja mobilisoida varoen syrjään. Osteotomialinja tulee olla mahdollisimman anteriorinen, juuri peroneusjännetupen posterioripuolella. Leveä oskilloiva sahanterä on suositeltava, ja mediaalisen korteksin sahaus tulee tehdä hyvin varoen. Osteotomia mobilisoidaan taltalla ja nivelraon levittäjällä, jonka jälkeen tuber calcanei siirretään noin 10 mm mediaalisesti. Kiinnityksessä käytetään yhtä tai kahta kanyloitua ruuvia, joita varten tehdään pieni avaus kannan taakse. Ruuvien sisäänvienti kantaluuhun tulee olla riittävän lateraalinen, jotta ne eivät proksimaalisesti leikkaa läpi mediaaliselta korteksilta. Postoperatiivinen hoito toteutetaan kuten FDL:n siirteen yhteydessä. Yhdistetyn FDL-siirteen ja kantaluun medialisoivan osteotomian tulokset ovat erinomaiset sekä kliinisesti, radiologisesti että askelanalyysitutkimuksissa (1,19-25).

Lateraalisen kolumnin pidennys

Lateraalisen kolumnin pidennystä (LCL) suositellaan potilaille, joilla virheasento ei korjaudu riittävästi kantaluun medialisoivalla osteotomialla. Näillä potilailla on yleensä korostunut jalkaterän abduktio tai lateraalinen impingement. LCL-toimenpiteellä void-



Kuva 1. Varaten otetut sivukuvat latuskajalkapotilaan jalkaterästä preoperatiivisesti (a) ja 3 kk postoperatiivisesti (b). Korjaukseen käytetty yhdistelmää FDL-siirre, kantaluun medialisoiva osteotomia, Cottonin osteotomia ja arthroeresis.



Kuva 2. 47-vuotiaan miehen gr. 2 b pes planovalgus-korjauksessa käytetty yhdistelmää FDL-siirre, kantaluun medialisoiva osteotomia, Evansin osteotomia, I TMT-deesi, spring-ligamentin korjaus, pohjepidennys ja arthroeresis. Kuvat preoperatiivisesti (a), heti postoperatiivisesti (b) sekä 3 kuukautta postoperatiivisesti (c). Talonavikularenivelen korjaus jäänyt riittämättömäksi. Tilanne tulee tarvittaessa myöhemmin korjattavaksi ko. nivelen deesillä.



Kuva 3. Kuvan 2. potilaan jalkaterän ap-suunnan kuvat preoperatiivisesti (a), heti postoperatiivisesti (b) ja 3 kuukautta postoperatiivisesti (c). Talonavikulare-nivelen korjaus vaikuttaa ensimmäisessä postoperatiivisessa kuvassa vielä riittävältä.



Kuva 4. 47-vuotiaan naisen pes planovalgus-korjauksessa käytetty yhdistelmää FDL-siirre, kantaluun medialisoiva osteotomia, Evansin osteotomia, pohjepidennys ja arthroeresis. Kuvat preoperatiivisesti (a) sekä 3 kuukautta postoperatiivisesti (b).



Kuva 5. Kuvan 4 potilaan jalkaterän ap-suunnan kuvat preoperatiivisesti (a), heti postoperatiivisesti (b) ja 3 kuukautta postoperatiivisesti (c). Talonavikularenivelen subluksaation korjaantuminen näkyy hyvin ap-suunnan kuvissa. Viistokuvassa 6 viikkoa postoperatiivisesti (d) hahmottuu parhaiten Evansin osteotomia.



Kuva 6. Kuusikymppisen naisen jalkaterän sivukuvat preoperatiivisesti (a) ja 3 kuukautta postoperatiivisesti (b). Potilaalle oli aiemmin tehty hallux valgus-korjaus Lapiduksen toimenpiteellä. Gradus 2 a pes planovalgus-korjauksessa päätettiin FDL-siirteeseen, kantaluun medialisoivaan osteotomiaan ja calcaneocuboidalenivelen pidentävään arthrodesiin.



Kuva 7. Kuvan 6 potilaan jalkaterän viistokuva (a) ja ap-suunnan kuva (b). postoperatiivisesti. Pidentävä arthrodesi näkyy hyvin viistokuvassa.

aan ehkäistä triple-deesin tarve. LCL jäykistää jalan takaosaa jonkin verran, mutta kuitenkin vähemmän kuin deesi. Vaikka lateraalisen kolumnin absoluuttinen pituus ei latuskajalkapotilailla eroa normaaleista kontroleista (26), lateraalisen kolumnin pidennyksellä saadaan aikaan huomattava vähennys I metatarsaalin kuormaan sekä talonavicularenivelen momenttiin ja se vähentää talonaviculaarista abduktiota. Yleisin lateraalisen kolumnin pidennystoimenpide on kantaluun Evansin osteotomia (kuvat 2, 3, 4 ja 5). Sen voi tehdä kantaluun medialisoivan osteotomian kanssa samasta viillosta, kun käytetään L-mallista viiltoa tai eri avauksesta sinus tarsiin ja CC-nivelen päälle. Peroneusjanteet mobilisoidaan syrjään ja CC-nivel identifioidaan. Osteotomialinja tehdään noin 1,5 cm CC-nivelestä proksimaalisesti, paikka on hyvä tarkistaa läpivalaisussa. Mediaalinen cortex pyritään säästämään ehjänä. Nivelraon levittäjää tai kokeilublokkia apuna käyttäen määritetään sopiva pidennyksen tarve, joka on enimmillään 10 mm. Osteotomia on hyvin tehokas, jo 2 mm siirron on todettu vaikuttavan merkittävästi asentoon (27), joten ylikorjausta tulee välttää, kuten myös liiallista liikkeen jäykistymistä. Allograftia tai kristablokkia voi käyttää luusiirteenä ja kiinnityksen voi tehdä ruuvein tai lukkolevyllä. Jatkohoito noudattaa jälleen FDL-siirretoimenpiteen yhteydessä kuvattua jatkohoitoa. Lateraalisen kolumnin pidennys osteotomialla on hyvin dokumentoitu toimenpide (1,24,25,28). Toisin kuin aiemmin on ajateltu, se johtaa hyvin harvoin oireiseen CC-nivelen artroosiin (29,30). Yhdessä FDL-siirron ja mediaalisen kantaluun osteotomian kanssa sillä on saavutettu hyvät kliiniset ja radiologiset tulokset (1,25,28) ja jopa parempi radiologinen tulos kuin FDL-siirrolla ja MCO:lla pelkästään (25). Komplikaationa on joillain potilailla kuvattu lateraalista kipua (31,32).

Lateraalisen kolumnin pidennykseen voi käyttää myös pidentävää CC-nivelen deesiä (kuvat 6 ja 7), jolla saadaan yhtä hyvä korjaus aikaiseksi kuin osteotomialla. Deesissä on kuitenkin suurempi riski luutumattomuuteen kuin osteotomiassa. Toimenpide tulee kyseeseen lähinnä siinä tapauksessa, jos potilaalla on jo oireinen CC-nivelen artroosi.

Spring-ligamentin korjaus

Spring-ligamentin degeneraatio, venyntyminen tai repeämä löytyy jopa lähes 90 % oireisilta latuskajalkapotilailta (33). Ligamentin korjausta suositellaan la-

tuskajalan operatiivisen korjauksen yhteydessä, jos siinä on selvä repeämä tai se vaikuttaa toimenpiteessä löysältä. Lisäksi korjausta suositellaan, jos talonaviculareniveleen jää abduktiota lateraalisen kolumnin pidennyksen jälkeen. Korjauksesta ei todennäköisesti kuitenkaan ole hyötyä, jos luisilla toimenpiteillä ei primaaria talonavikularenivelen subluksaatiota ole saatu yli 50 % korjatuksi. Tällöin voi olla syytä tehdä tripledeesi. Jos ligamentti on hyväkuntoinen, voidaan käyttää suturaatiota. Vahvikkeeksi tähän voi suturoida mukaan PTT:n distaalisen tumpin, mikäli jänne on jouduttu resekoimaan tai siinä on primaaristi totaalirepeämä. Ligamenttiin ommellut langat kiristetään vasta FDL-siirteen lopullisen kireyden määrittämisen jälkeen. Rekonstruktioon jännesiirteellä on käytetty sekä peroneus longus -jännettä että allograftia. Jännesiirre kiinnitetään porakanavien kautta navicularesta joko tibiaan tai calcaneukseen, riippuen siitä, kummalla tavalla virheasento leikkaustilanteessa parhaiten korjaantuu. Kirjallisuudesta löytyy hyvin vähän tutkimuksia koskien spring-ligamentin korjauksen vaikutusta kliiniseen lopputulokseen latuskajalan korjauksessa. Suhteellisen tuoreessa peroneus longus -siirteellä tehdyssä tutkimuksessa todettiin hyvät AP-suunnan talonavikularekulman korjautuminen. Potilaista 10/14 pystyi tekemään yhden jalan varpailenousut ja yhdellekään ei tarvinnut tehdä tripledeesiä uusintatoimenpiteenä (34).

I säteen plantaarifleksoivat toimenpiteet

Jalan takaosan korjauksen jälkeen jalkaterän etuosa saattaa jäädä liialliseen varukseen. Yleensä noin 10 – 15 ° pidetään korjausta vaativana virheasentona. I säteen plantaarifleksoivia toimenpiteitä ovat avoimen kiilan plantaarifleksoiva mediaalisen cuneiformen osteotomia eli ns. Cottonin osteotomia (kuva 1) sekä I TMT-nivelen plantaarifleksoiva artrodeesi (kuva 2). Mikäli I TMT -nivelessä on instabiliateetti tai artroosi tai potilaalla on korjausta vaativa hallux valgus-deformiteetti, I TMT -deesi on suositeltavin vaihtoehto. Cottonin osteotomian avaus on dorsaalinen, EHL-janteen lateraalipuolelta. Molemmat nivelet, naviculo-cuneiforme ja I TMT identifioidaan ja osteotomia sijoitetaan keskelle mediaalista cuneiformea. Sopiva korjaus määräytyy jalan asennon mukaan. Kristablokkia tai allograftia voi käyttää. Osteotomia on tukeva ja sen voi kiinnittää ruuvillakin, mutta myös matalaprofilinen lukkolevy soveltuu kiinnitykseen. I TMT -deesin voi tehdä samasta avauksesta, mutta ainakin

hallux valgusta korjattaessa (Lapituksen tmp, kuva 6), hieman mediaalisempi avaus on suositeltavampi, jotta kiinnityksessä käytettävän levyn saa riittävän mediaalisesti. Cottonin osteotomian vaikutuksesta aikuisen latuskajalan korjaukseen löytyy vain yksi työ (35), jossa todettiin tilastollisesti merkittävä paraneminen radiologisissa parametreissa. Ling ym. (36) on vastikään kuvannut plantaarisen suljetun kiilan osteotomian mediaaliseen cuneiformeen. Cottoniin osteotomiaan verrattuna plantaarinen toimenpide voidaan tehdä samasta mediaalisesta avauksesta jännetoimenpiteiden kanssa eikä luusiirrettä tarvita.

Arthroereisis

Arthroereisillä tarkoitetaan taluksen kaulan alle, sinus tarsiin sijoitettavaa, joko sulavasta materiaalista valmistettua tai metallista implanttia (Kuvat 1, 2 ja 4). Arthroereisis on yleisimmin käytössä kasvuikäisten latuskajalan hoidossa, mutta sitä on jo jonkin aikaa käytetty myös aikuisen latuskajalan hoidossa. Kirjallisuutta on hyvin vähän. Aikuispotilailla toimenpidettä käytetään yleensä lisätoimenpiteenä. Biomekaanisessa mallissa sen on osoitettu vähentävän I metatarsaalin alaista painetta ja talonaviklarenivelen momenttia (37). Vilandotin ym. työssä (38) sen on todettu toimivan jännesiirteen kanssa ilman kantaluun osteotomiaa. Yleisin komplikaatio oli lateraalinen kipu, jota esiintyi 10 % potilaista (38).

Pohjepidennys

Pohjepidennystä tarvitaan lisätoimenpiteenä latuskajalan korjauksessa, mikäli nilkkaan jää selvä ekvinusasento ja dorsifleksion vaje virheasennon korjauksen jälkeen. Toimenpide aiheuttaa hieman plantaarifleksion heikkoutta. Yleisimmin käytössä on Strayerin toimenpide, jossa tehdään pienestä mediaalisesti avauksesta pohkeeseen gastrocnemiuksen faskiaan incisio. Saxena ym. on kuvannut toimenpiteen endoskooppisesti (39). Jos mukana on akilleskireyttä, voidaan käyttää perkutaanista akillesjänteen pidennystä hemisektioin.

Stage 3

Artrodeesit

Kun latuskavirheasento on rigidi, kyseessä on stage 3 -tauti ja paras tulos on saavutettavissa tripleartrodeesilla. Artrodeeseja voidaan käyttää myös stage 2 b -taudin hoidossa tilanteessa, jossa lateraalisen kolumnin pidennys yksinään ei riittävästi korjaa TN-nivelen subluksaatiota. Tällaisissa tapauksissa voidaan tehdä vain TN-deesi tai yhdistää siihen CC-deesi. Jalan takaosan valgus on kuitenkin oltava riittävästi korjaantunut osteotomioilla. Latuskajalan hoidossa tripledeesillä pyritään asennon korjaukseen ja sen lisäksi voi olla tarpeen tehdä samalla kantaluun medialisoiva osteotomia ja I säteen plantaarifleksoiva toimenpide. Yli- ja alikorjausta tulee välttää, erityisen tärkeää on välttää ylikorjausta varukseen. Tripledeesin voi tehdä yhdestä mediaalisesta avauksesta (40), mutta hyvän korjauksen saavuttaminen on helpointa kahden avauksen tekniikalla. Kaikkien nivelpintojen käsittelyn jälkeen arvioidaan asennon perusteella lisätoimenpiteiden tarve ja tarvittaessa tehdään kantaluun medialisoiva osteotomia sekä valmistellaan I säteen toimenpide. Lopullinen fiksaatio on hyvä aloittaa subtalonivelistä, jonka jälkeen kiinnitetään I säteen toimenpide, seuraavana TN-nivel ja viimeisenä CC-nivel. Kiinnitys tehdään kanyloideilla ruuveilla ja lukkolevyin, kuten normaalissa tripledeesissä. Mikäli asennon korjauksen jälkeen todetaan pohjekireys, tehdään vielä gastrocnemiuksen pidennys esimerkiksi Strayerin tapaan tai akillespidennys perkutaanisesti.

Stage 4

Deltaligamentin rekonstruktio

Deltaligamentin heikkous kehittyy latuskajalkaan taudin loppuvaiheessa ja tätä tilannetta pidetään stage 4 -vaiheena. Deltaligamentin korjausta ei juurikaan tehdä yksittäisenä toimenpiteenä, vaan muiden asennonkorjausten lisänä. Rekonstruktio on aiheellinen, mikäli ligamentissa on repeämä tai se on selvästi toimenpiteessä löysä. Kontraindikaationa pidetään ylemmän nilkkanivelen artrodeesia vaativaa artroosia, mutta mikäli potilaalle on mahdollista tehdä ylemmän nilkkanivelen artroplastia, on tämä relatiivinen kontraindikaatio. Rekonstruktioon on kuvattu kolme hie- man toisistaan poikkeavaa tekniikkaa, joissa kaikissa

käytetään jännesiirrettä, joko semitendinosusta (41), peroneus longusta (42) tai allograftia (43). Siirteet kiinnitetään porakanavien kautta tibiasta talukseen ja kantaluuhun. Kliinisissä tutkimuksissa on todettu merkittävä taluksen valgus-virheasennon korjaantuminen ja ylemmän nilkkanivelen liikealan paraneminen (42,43). Rekonstruktioilla voidaan saavuttaa noin 10 asteen korjaus taluksen valgus-virheasentoon (43).

Yhteenveto

Aikuisen latuskajalan kirurginen hoito on haastavaa kirurgiaa ja se vaatii nilkan ja jalkaterän biomekaniikan ymmärtämistä. Vaikeatkin virheasennot ovat kuitenkin kirurgisella hoidolla korjattavissa. Latuskajalan kirurginen hoito on syytä keskittää jalkakirurgiaan perehtyneille ortopedeillem.

Kirjallisuus:

1. Kou JX, Balasubramaniam M, Kippe M, Fortin PT. Functional results of posterior tibial tendon reconstruction, calcaneal osteotomy, and gastrocnemius recession. *Foot Ankle Int.* 2012;33(7):602-611.
2. Myerson M, Solomon G, Shereff M. Posterior tibial tendon dysfunction: its association with seronegative inflammatory disease. *Foot Ankle.* 1989;9:219-225.
3. Funk DA, Cass JR, Johnson KA. Acquired adult flat foot secondary to posterior tibial-tendon pathology. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68-A:95-102.
4. Tesdall RD, Johnson Ka. Surgical treatment of stage I posterior tibial tendon dysfunction. *Foot Ankle Int.* 1994;15:646-648.
5. Crates JM, Richardson EG. Treatment of stage I posterior tibial tendon dysfunction with medial soft tissue procedures. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;365:46-49.
6. McCormack AP, Varner KE, Marymont JV. Surgical treatment for posterior tibial tendonitis in young competitive athletes. *Foot Ankle Int.* 2003;24:535-538.
7. Spratley EM, Arnold JM, Owen JR, Glezos CD, Adelaar RS, Wayne JS. Plantar forces in flexor hallucis longus versus flexor digitorum longus transfer in adult acquired flatfoot deformity. *Foot Ankle Int.* 2013;34(9):1286-1293.
8. Vaudreuil NJ, Ledoux WR, Roush GC, Whittaker EC, Sangeorzan BJ. Comparison of transfer sites for flexor digitorum longus in a cadaveric adult acquired flatfoot model. *J Orthop Res.* 2014;32(1):102-109.
9. Mann RA, Thompson FM. Rupture of the posterior tibial tendon causing flat foot. Surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67-A:556-561.
10. Mann RA. Flat foot in adults. In Coughlin MJ, Mann RA, editors: *Surgery of the Foot and Ankle.* St Louis 1999, Mosby ;p. 733-767.
11. Mann RA. Posterior tibial tendon dysfunction. Treatment by flexor digitorum longus transfer. *Foot Ankle Clin.* 2001;6:77-87.
12. Gleich A. Beitrag zur operativen Plattfussbehandlung. *Arch Klin Chir.* 1893;46:358-362.
13. Koutsogiannis E. Treatment of mobile flat foot by displacement osteotomy of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Br.* 1971;53-B:96-100.
14. Nyska M, Parks BG, Chu IT, Myerson MS. The contribution of the medial calcaneal osteotomy to the correction of flatfoot deformities. *Foot Ankle Int.* 2001;22:278-282.
15. Sung IH, Lee S, Otis JC, Deland JT. Posterior tibial tendon force requirement in early heel rise after calcaneal osteotomies. *Foot Ankle Int.* 2002;23:842-849.
16. Hadfield M, Snyder J, Liacouras P, Owen J, Wayne J, Adelaar R. The effects of a medializing calcaneal osteotomy with and without superior translation on Achilles tendon elongation and plantar foot pressures. *Foot Ankle Int.* 2005;26:365-370.
17. Arangio GA, Salathe EP. A biomechanical analysis of posterior tibial tendon dysfunction, medial displacement calcaneal osteotomy and flexor digitorum longus transfer in adult acquired flat foot. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2009;24(8):385-390.
18. Schuh R, Gruber F, Wanivenhaus A, Hartig N, Windhager R, Trnka HJ. Flexor digitorum longus transfer and medial displacement calcaneal osteotomy for the treatment of stage II posterior tibial tendon dysfunction: kinematic and functional results of fifty one feet. *Int Orthop.* 2013;37(9):1815-1820.
19. Myerson MS, Corrigan J. Treatment of posterior tibial tendon dysfunction with flexor digitorum longus tendon transfer and calcaneal osteotomy. *Orthopedics.* 1996;19:383-388.
20. Guyton GP, Jeng C, Krieger LE, Mann RA. Flexor digitorum longus transfer and medial displacement calcaneal osteotomy for posterior tibial tendon dysfunction: a middle-term clinical follow-up. *Foot Ankle Int.* 2001;22:627-632.
21. Fayazi AH, Nguyen HV, Juliano PJ. Intermediate term follow-up of calcaneal osteotomy and flexor digitorum longus transfer for treatment of posterior tibial tendon dysfunction. *Foot Ankle Int.* 2002;23:1107-1111.
22. Wacker JT, Hennessy MS, Saxby TS. calcaneal osteotomy and transfer of the tendon of flexor digitorum longus for stage-II dysfunction of tibialis posterior. Three- to five-year results. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84-B:54-58.
23. Myerson MS, Badekas A, Schon LC. treatment of stage II posterior tibial tendon deficiency with flexor digitorum longus tendon transfer and calcaneal osteotomy. *Foot Ankle Int.* 2004;25:445-450.
24. Marks RM, Long JT, Ness ME, Khazzam M, Harris GF. Surgical reconstruction of posterior tibial tendon dysfunction: prospective comparison of flexor digitorum longus substitution combined with lateral column lengthening or medial displacement calcaneal osteotomy. *Gait Posture.* 2009;29(1):17-22.
25. Iossi M, Johnson JE, McCormick JJ, Klein SE. Short-term radiographic analysis of operative correction of adult acquired flatfoot deformity. *Foot Ankle Int.* 2013;34(6):781-791.
26. Kang S, Charlton TP, Thordarson DB. Lateral column length in adult flatfoot deformity. *Foot Ankle Int.* 2013;34(3):392-397.
27. Oh I, Imhauser C, Choi D, Williams B, Ellis S, Deland J. Sensitivity of plantar pressure and talonavicular alignment to

lateral column lengthening in flatfoot reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95-A:1094-1100.

28. Tellisi N, Lobo M, O'Malley M, Kennedy G, Elliott AJ, Deland JT. Functional outcome after surgical reconstruction of posterior tibial tendon insufficiency in patients under 50 years. *Foot Ankle Int.* 2008;29(12):1179-1183.
29. Myerson MS. Adult acquired flatfoot deformity: treatment of dysfunction of the posterior tibial tendon. *Instr Course Lect.* 1997;46:393-405.
30. Mosier-LaClair S, Pomeroy G, Manoli A 2nd. Operative treatment of the difficult stage 2 adult acquired flatfoot deformity. *Foot Ankle Clin.* 2001;6(1):95-119.
31. Ellis SJ, Deyer T, Williams BR, Yu JC, Lehto S, Maderazo A, Pavlov H, Deland JT. Assessment of lateral hindfoot pain in acquired flatfoot deformity using weightbearing multiplanar imaging. *Foot Ankle Int.* 2010;31(5):361-371.
32. Ellis SJ, Williams BR, Garg R, Campbell G, Pavlov H, Deland JT. Incidence of plantar lateral foot pain before and after the use of trial metal wedges in lateral column lengthening. *Foot Ankle Int.* 2011;32(7):665-673.
33. Deland JT, de Asla RJ, Sung IH, Ernberg LA, Potter HG. Posterior tibial tendon insufficiency: which ligaments are involved? *Foot Ankle Int.* 2005;26(6):427-435.
34. Williams BR, Ellis SJ, Deyer TW, Pavlov H, Deland JT. Reconstruction of the spring ligament using a peroneus longus autograft tendon transfer. *Foot Ankle Int.* 2010;31(7):567-577.
35. Hirose CB, Johnson JE. Plantar flexion opening wedge medial cuneiform osteotomy for correction of fixed forefoot varus associated with flatfoot deformity. *Foot Ankle Int.* 2004;25:568-574.
36. Ling JS, Ross KA, Hannon CP, Egan C, Smyth NA, Hogan MV, Kennedy JG. A plantar closing wedge osteotomy of the medial cuneiform for residual forefoot supination in flatfoot reconstruction. *Foot Ankle Int.* 2013;34(9):1221-1226.
37. Arangio GA, Reinert KL, Salathe EP. A biomechanical model of the effect of subtalar arthroereisis on the adult flexible flat foot. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2004;19(8):847-852.
38. Vilandot R, Pons M, Alvarez F, Omana J. Subtalar arthroereisis for posterior tibial tendon dysfunction: a preliminary report. *Foot Ankle Int.* 2013;24(8):600-606.
39. Saxena A, Widtfeldt A. Endoscopic gastrocnemius recession: preliminary report on 18 cases. *J Foot Ankle Surg.* 2004;43(5):302-306.
40. Jeng CL, Vora AM, Myerson MS. The medial approach to triple arthrodesis. Indications and technique for management of rigid valgus deformities in high-risk patients. *Foot Ankle Clin.* 2005;10:515-521.
41. Haddad SL, Dedhia S, Ren Y, Rotstein J, Zhang LQ. Deltoid ligament reconstruction: a novel technique with biomechanical analysis. *Foot Ankle Int.* 2010;31(7):639-651.
42. Deland JT, de Asla RJ, Segal A. Reconstruction of the chronically failed deltoid ligament: a new technique. *Foot Ankle Int.* 2004;25(11):795-799.
43. Jeng CL, Bluman EM, Myerson MS. Minimally invasive deltoid ligament reconstruction for stage IV flatfoot deformity. *Foot Ankle Int.* 2011;32(1):21-30.