

# Jännebalansointi lihasaitiosyndrooman jälkeen

Heikki-Jussi Laine  
TAYS

An overlooked or inadequately treated compartment syndrome at the lower extremity results in muscle necrosis and contracture, which causes typical deformities and loss of functions of the ankle, foot and toes. The rigidity of the deformities, remaining muscle force and range of motions of the involved joints must be thoroughly assessed, when planning an appropriate treatment. Flexible deformities can quite successfully be treated with tendon lengthening and tendon transfer procedures. In the treatment of the contractures tenotomies and capsular releases are usually needed. Corrective fusions must be considered in long-standing and rigid deformities.

Säären tai jalkaterän hoitamaton tai liian myöhään todettu lihasaitiosyndrooma saa aikaan lihasnekroosin, jonka myötä lihaksen toiminta menetetään ja lihaksen arpeutuessa syntyy toisinaan funktiota vielä lisää huonontava kontraktuura. Jos lihasaitiosyndrooman faskiotomiat on tehty liian myöhään siten, että nekroottisia lihaksia joudutaan laajalti resekoimaan, menetetään kyseisten lihasten funktio usein täysin (1,2). Tällöin kuitenkin vastaavaa kontraktuura ei yleensä pääse kehittymään. Tässä käsittelen lihasaitiosyndroomien jälkitiloja, joissa on syntynyt irreversiibeli lihaskaurio säären tai jalkaterän lihaksiin.

Syntyvä deformiteetti riippuu luonnollisesti siitä, mitkä aitiot tai lihakset ovat affisioituneina. Lihäs-jänne-yksiköiden välinen agonisti/antagonisti-suhteet sekä eri lihasten voimissa luonnostaan olevat erot määräävät deformiteetin syntyä (3,4). Säären posterioristen lihasten voima on lähtöjään suurempi kuin anterioristen lihasten. Jos etuosan voima menetetään, siirtyy voimien välinen epätasapaino entisestään pohkeen puolen lihaksille johtaen ekvini-suuntaiseen virheasentoon. Etuosan lihasten kontraktuuraa ei pääse syntymään, kun pohje vie voiton koko arpeutumisprosessin ajan. Sen sijaan syvän posteriorisen aition

syndroomassa lihakset pääsevät usein kontrahoitumaan synnyttäen varpaiden ja nilkkanivelten deformiteetit.

Alkuvaiheen paranemisprosessissa nimenomaan arpeutumiseen todennäköisimmin pystytään vaikuttamaan aktiivisella fysioterapialla ja liikeharjoittelulla. Myöhäisvaiheessa fysioterapialla voidaan ylläpitää liikeratoja ja jossain määrin helpottaa syntyneitä kontraktuuria. Funktiota voidaan tietyissä tapauksissa auttaa tuilla; peroneus-tuki anteriorisen aition affision jälkeisessä nilkan roikkumistilanteessa.

Leikkaushoidolla on merkittävä mahdollisuus parantaa lihasaitiosyndrooman jälkeisissä ongelmissa raajan funktiota (1–6). Leikkaushoito koostuu kontraktuurien vapauttamisesta ja jännebalansoinnista: jännepidennykset tai -diskisiot sekä jännetranspositiot. Arpeutuneella ja toimimattomalla lihaksella ei ole funktiota ja tämän jänteen diskisio tarvitaan ylemmän tai alemman nilkkanivelen tai varpaiden ryhdin palauttamisessa. Jännetransposition edellytyksenä on transpositioon soveltuva toimiva moottorilihas, jonka jänne irroitetaan insertiostaan ja siirretään uuteen asemaan toimittamaan tärkeämmäksi arvioitua funktiota. Moottorien valinnassa ei yleensä ole lukuisia vaihtoeht-

toja ja usein joudutaan tyytymään moottoriin, joka ei aktivoidu optimaalisesti askelsykyissä. Jänteen re-insertoinnin asemointi ja tension säätö ovat tärkeitä onnistumisen kannalta. Re-insertiot tehdään luutunneliin, verestettyyn luun pintaan tai toisiin jänteisiin kytkien. Kiinnityksessä luihin interferenssiruuvit tai ankkurit ovat käyttökelpoisia.

Onnistuneen leikkaussuunnitelman tekeminen edellyttää hyvää kliinistä tutkimusta nimenomaan nivelten liikkuvuuden, toimivien ja toimimattomien lihasten osalta; lihasvoima ja lihasamplitudi (1,3,4). Jännebalansointi tehdään periaatteellisesti nilkan dorsifleksion ja plantaarifleksion välillä sekä nilkan ja jalkaterän inversio/eversiosuunnassa.

Leikkaushoitoa harkittaessa on puntaroitava päivittäiselämän toiminnallista haittaa, toteutettuja konservatiivisia hoitoja mukaan lukien käytössä olevat ja muut mahdolliset tuet, niiden antama apu ja käyttökelpoisuus (2).

### *Syvä posteriorinen lihasaitio*

Lievimmissä syvän posteriorisen lihasaitiosyndrooman jälkitilojen ilmenemismuodoissa flexor hallucis longus (FHL) tai flexor digitorum longus (FDL) on affisioitunut ja kontrahoitunut. FHL-affisio johtaa isovarpaan ja yleensä myös II-varpaan ja lievään III-varpaan (FHL kytkeytyy jalkapohjassa II-III varpaiden FDL:een) fleksiodeformiteetin. Oireina on kyseisten varpaiden kärkien hankalasti lisääntynyt kuormitus, kovettumat ja kipu. Varpaiden fleksiokontraktuura provosoituu nilkkaa dorsifleksoidessa, jolloin liian lyhyet fleksorit vetävät varpaat entistä enemmän koukkuun. Tämä tilannehan toteutuu kullakin askeleella hetkeä ennen kantanosua. FDL-affisiossa deformiteetti käsittää luonnollisesti II-V-varpaat. Yksinkertaisena kyseisten varpaiden fleksiodeformiteetin hoitona on fleksoritotenotomiat DIP-tasolta ja halluxissa IP-tasolta sekä kontraktuuranivelten manipuloinnit ja väliaikaiset K-piikki fiksaatiot. Jos kysymyksessä on rigidit virheasennot, kannattaa ilman muuta tehdä isovarpaan IP-nivelen artrodeesi ja II-V-varpaiden osalta tyvijäsenen troklearisektiot K-piikkien tukemana (1,3,6).

Jos syvän posteriorisen aition lihaksista myös tibialis posterior on merkittävästi affisioitunut ja kontrahoitunut, johtaa se väistämättä kohti equinovarusryhtiä, joka voi esiintyä lievänä myös edellä kuvattujen varvasvirheasentojen yhteydessä. Tällaisessa tilanteessa nilkan passiivinenkin dorsifleksio on merkittävästi rajoittunut ja askeltaminen hankaloitunut sen myö-

tä. Päkiä ja erityisesti jalan ulkosyrjä kuormittuvat ja kipeytyvät rasituksessa. Mikäli kyseisten lihasten toiminta on menetetty, selvintä on tehdä tenotomiat: tibialis posterior ja FDL-jänne on helpoimmin hoidettavissa mediaalimalleolin kärjen tasolta. FHL-jänteen voi kokeilla diskisoida isovarpaan IP-nivelen tasolta perkutaanisti, mutta tämä ei välttämättä vapautta nilkkaa, jolloin FHL-pitää ottaa esiin joko nilkan takaa tai jalkapohjasta ns. Henryn solmun proksimaalipuolelta. Jos deformiteetti on päässyt kovin rigidiksi, saattaa samalla olla tarpeen talo-naviculare-nivelen kapselivapautus jalkaterän suoristamiseksi (1–3).

Jos syvän posteriorisen aition lihakset ovat viivästyneen diagnoosin myötä alkuvaiheessa nekroottisina resekoitu, kontraktuuradeformiteetteja ei yleensä synny. Nilkan ja jalkaterän ryhti voi muuttua kohti planovalgusta (tibialis posteriorin toiminnan puuttuminen) ja varvasryhti on noustakseen ekstensorivoittoiseen balanssiin (FHL ja FDL toiminnan heikkeneminen).

### *Anteriorinen lihasaitio*

Anteriorisen lihasaition compartment-syndrooman jälkitilojen keskeisenä ilmiönä on dorsifleksiofunktion heikkeneminen tai menetys, drop-foot. Koska posterioriset plantaarifleksiosuuntaan vaikuttavat lihakset ovat voimiltaan ylivoimaiset anteriorisiin lihaksiin (tibialis anterior, ekstensor hallucis longus ja ekstensor digitorum longus), ei näiden anterioristen lihasten kontraktuuraa pääse syntymään. Näin tapahtuu myös tilanteissa, joissa sekä anteriorinen että syvä posteriorinen aitio ovat affisioituneina, koska merkittävää compartment-syndroomaa ei juurikaan esiinny soleus-gastrocnemius-kompleksin posteriorisessa pinnallisessa aitiassa.

Drop-foot tilanne voi rajoittua tilanteissa, joissa vamma jälkihoidon aikana anterioristen lihasten jänneet arpeutuvat nilkan ekstensorien retinakulumiin.

Dorsifleksioitoiminnan ollessa heikentynyt tai sen puuttuessa kokonaan posterioriset lihakset ja erityisesti gastrocnemius-soleus-kompleksi vie lihasbalanssissa voiton ja vähitellen ne lyhenevät. Tätä kehitystä voidaan luonnollisesti ehkäistä heti alkuvaiheessa aloitettavalla aktiivisella pohjenvyyntelyllä ja tukiratkaisuilla, alkuvaiheen yölastat ja varhaisvaiheessa käyttöön otettava nilkan 90-asteen dorsifleksiota ylläpitävä ns. peroneus-tuki. Peroneus-tuki on ensisijainen askellusfunktioita parantava hoito, ja useat potilaat tulevatkin toimeen päivittäistoimissaan kohtuullisesti tällä ratkaisulla. Lisäksi potilaille tulee kuitenkin painottaa

pohjevenytysten tärkeyttä.

Jos drop foot -tilanteissa pohjekompleksi on lyhentynyt liiaksi, voi olla, ettei nilkan passiivinen dorsifleksio saavuta suoraa kulmaa, jolloin hyväkään tuki ei toimi tai tuki ei kestä käytössä ja päkiä kuormittuu askelluksessa ongelmallisesti. Tällöin tulee pidentää pohjekompleksia joko Akilles-pidennyksellä (yleensä perkutaaninen toimenpide) tai gastrocnemius faskian vapautuksella, joka vähentää pohjekompleksin voimaa ja sallii funktionaalisemman nilkan liikeradan, jolloin tukikin toimii paremmin (1–4). Tilanne on luonnollisesti hankalampi, jos samalla on syvän posteriorisen aition affisio. Tällöin tämä edellyttää edellisessä kappaleessa kuvattuja kontraktuuraa vapauttavia toimia.

Mikäli drop foot -tilanteissa ei ole samanaikaista syvän posteriorisen aition affisiota ja tibialis posterior -lihaksen toiminta on hyvä, kannattaa harkita tibialis posteriorin jänteen transponointia anterioriseen asemaan. Tibialis posterior -lihas on voimakas ja sen jänteen transponointi eteen mahdollistaa rajoitetussa määrin aktiivisen dorsifleksion mutta lisäksi samalla tämä toimenpide vähentää plantaarifleksiovoimaa ja näin balansoi nilkkaa. Sama toimenpide on käytökelpoinen myös pareesitilanteissa. Se voidaan tehdä kohtalaisen mini-invasiivisesti useaa pikkuviiltoa käyttäen. Tibialis posterior -jänne irrotetaan navicularre-insertiostaan (viilto 1), vedetään mediaalimalleolin yläpuolelle (viilto 2), josta se kuljetetaan anterioriseen asemaan interosseaalimembraanin läpi (viilto 3) ja sen jälkeen ekstensoriretinakulumin alta fiksoiden joko lateraaliseen cuneiformeen tai cuboideumiin riippuen peroneus-lihasten toiminnasta (kts. myöh.) (viilto 4). Interosseaalimembraanin aukko on tehtävä riittävän isoksi; toiminnan optimoimiseksi lihaksen tulee mahduttaa liikkumaan amplitudinsa mukaisesti. Tämä on myös huomioitava mini-invasiivista tekniikkaa käytettäessä. Jännetransposition re-insertoinnin tensio tulee tehdä varsin tiukaksi, jolloin toimenpiteestä saadaan vähintään ”jänneripustuksen” tuoma ”sisäinen tuki”. Tibialis posterior aktivoituu ja jännittyy askelluksessa erityisesti päkiätyöntövaiheessa. Transposition jälkeen optimaalista olisi sen sijaan lihaksen aktivoituminen ennen kantaiskua. Optimituloksen saavuttaminen edellyttää hyvää leikkauksen jälkeistä harjoittelua. Saattaa olla, että potilaiden preoperatiivisella valmentamisella tibialis posteriorin mahdollisimman hyvään hallintaan olisi vaikutusta leikkauksesta saatavaan hyötyyn. Tähän toimenpiteeseen kannattaa lisäksi liittää gastrocnemius faskian vapautus, mikäli pohjekompleksin venyyvyys ei salli nilkan passivista dorsifleksiota

yli suoran kulman polven ollessa suorana.

Anteriorisen aition lihaksista voimakkain eli tibialis anterior kiinnittyy MT I tyveen nostaen I metatarsaaliala dorsifleksiosuuntaan. Jos se ei toimi ja samalla sen antagonisti peroneus longus on hyvävoimainen, seuraa tästä MT I caputin alaisen kuormituksen merkittävä lisääntyminen cavus-tyyppisen deformiteetin myötä. Jännebalansointina tässä ongelmassa käytetään peroneus longuksen transponointia peroneus brevikseen, jolloin MT I cavus-deformiteetti helpottuu mutta eversiosuuntainen voima pystytään säilyttämään (1).

### *Peroneaalinen lihasaitio*

Peroneaalissa lihasaitiossa on ainoastaan peroneus brevis ja longus -lihaksat, joiden voima suhteessa muihin säären ja pohkeen lihaksiin on vähäinen. Näiden lihasten toiminta on kuitenkin erittäin tärkeää nilkan ja jalkaterän kelvollisen ryhdin ylläpitämiseksi. Ne vastaavat keskeisesti nilkan ja jalkaterän eversiosta ja, mikäli ne eivät toimi normaalisti, johtaa se käytännössä aina inversio- tai varus-tyyppiseen deformiteetin. Lihasaitiosyndrooman esiintyminen ainoastaan peroneaalissa aitiossa on äärimmäisen harvinaista. Useimmiten tämä esiintyy yhdessä anteriorisen aition syndrooman kanssa. Pitää ymmärtää, että ns. peroneus-tuki hoitaa ja auttaa onnistuneesti nilkan roikkumista, mutta nilkan ja jalkaterän inversio/varus-virheasentoa se ei pysty estämään. Nilkan ja jalkaterän jännebalansoinnissa peroneus-lihasten funktio tulee aina erikseen huomioida, ja erityisesti inversio/varus-deformiteeteissa. Jos tibialis anterior toimii, voi sen siirtää I-säteestä lateraaliasemaan, cuboideumiin tai jopa MT V -tyveen (re-insertoinnissa voi hyödyntää peroneus tertius -jännettä). Useimmiten kuitenkin sekä peroneaalisen että anteriorisen aition lihakset eivät toimi, jolloin edellisessä kappaleessa kuvattu tibialis posterior -jänteen transponointi cuboideumiin ja peroneus tertiuksen on paras ratkaisu. Mielestäni useimmiten em. tilanteissa jalan ryhdin varmistamiseksi kannattaa tehdä toimimattoman peroneus breviksen tenodeesi lateraalimalleoliin (ns. Evans-plastia).

### *Kombinaatioaffisiot*

Edellisissä kappaleissa on jossain määrin sivuttu tilanteita tai viitattu tilanteisiin, joissa useampi säären lihasaitioista on kärsinyt irreversiibeleistä lihasvaurioista.

Tavallisimmat kombinaatiot ja niiden jännebalansoinnin ratkaisut ovat:

**anteriöinen + peroneaalinen:**

- nilkka roikkuu ja invertoituu, peroneus tuki ei täysin auta ja nilkka muljahtelee
- mahdollinen toimiva ja käyttökelpoinen moottori on tibialis posterior, joka re-insertoidaan lateraaliseen asemaan
- peroneus breviksen tenodeesi lateraalimalleoliin
- gastrocnemius-vapautus

**anteriöinen + syvä posteriöinen:**

- nilkka roikkuu, peroneusten toimiessa evertoituu, ei inversiomuljahteluja ja peroneustuki toimii varsin hyvin, gastrocnemius-soleus toimii mutta voi olla voimakkaasti kiristynyt
- jos syvän posteriöisen aition lihakset ovat kontrahointuneet, syntyy inversio/varus-deformiteetti, joka kannattaa diskisioin vapauttaa
- peroneus longus voidaan transponoida anteriöiseen asemaan, mutta saavutettava dorsifleksiovoima ja ripustus ei anna luotettavaa tulosta
- pohjekompleksin vapautuksesta on hyötyä ja toimenpide helpottaa tuen käyttöä silloin, kun pohjekompleksi on päässyt voimakkaasti kiristymään

**anteriöinen, + peroneaalinen + syvä posteriöinen**

- nilkka roikkuu, ainoana toimivana lihaksena on gastrocnemius-soleus, joka yleensä on kiristynyt, peroneustuki toimii yleensä varsin hyvin
- pohjekompleksin vapautuksesta on usein hyötyä ja toimenpide helpottaa tuen käyttöä silloin, kun pohjekompleksi on päässyt voimakkaasti kiristymään
- jos syvän posteriöisen aition kontraktuura on joutanut inversio/varus deformiteettiin, kannattaa sen vapauttaminen diskisioin

### *Jalkaterän lihasaitiot*

Jalkaterän alueen lihasaitiosyndrooma esiintyy erilaisen ruhjevammojen yhteydessä kuten myös ilmeisimmin kantaluumurtumien yhteydessä. On mahdollista, että osassa näistä vammoista tapahtuu myös lihasten ruhjevamma, minkä seuraukset vastaavat compartment-syndrooman jälkitilaa. Jalkaterän lihakset (lyhyet ekstensorit ja fleksorit, interosseukset ja lumbrikkiset sekä adduktorit/abduktorit) muodostavat ns. intrinsic-lihasten ryhmän (säären lihakset = extrinsic-lihakset). Jos intrinsic-lihakset eivät toimi kunnolla,

seuraa extrinsic-lihasten ylivoiman aiheuttama varpaiden claw-ryhti (DIP+PIP fleksiassa, MTP ekstensiossa), mikä on analoginen kädessä mm. ulnaris-paraesin myötä esiintyvän claw-deformiteetin kanssa.

Jalkaterän compartment-syndrooman aiheuttaman claw-deformiteetin jännebalansoinnissa käytetään ns. intrinsic-plastiaa (Girdlestone-Taylor-leikkaus) (1,3,5), jossa FDL poimitaan esiin tyvijäsenen plantaaripuolelta, diskisoidaan irti kärkijäsenestä perkutaanisti ja vedetään tyvijäsenen tason viiltoon. Tästä se nostetaan kaksilahkeisena tyvijäsenen päälle. IP-nivelet vapautuvat ja FDL-voima fleksoi sen jälkeen tyvijäsenen pois ekstensiosta. Mikäli PIP-kontraktuurat ovat rigidejä, liitetään troklearesektio toimenpiteeseen. Samalla harkittavaksi tulee EDL-vapautus ja transponointi V-metatarsaalin tyveen. Tavallisimmin varpaat kannattaa fiksoida muutamaksi viikoksi K-piikein suoriksi. IV- ja V-varpaiden osalta FDL/EDL-jännediskisio ilman Girdlestone-toimenpidettä antaa usein riittävän avun.

Myös säären lihasaitiosyndrooman yhteydessä voi syntyä claw-tyyppisiä deformiteetteja extrinsic-lihasten kontraktion aiheuttaman ylivoiman myötä. Jännebalansointia voidaan tehdä samoin periaattein, mutta yksinkertaiset extrinsic-jänneiden diskisiotkin voivat antaa riittävän avun.

### *Lopuksi*

Fysioterapia, jolla pyritään uhkaavan deformiteetin syntymisen tai pahenemisen estämiseen, on ensisijaisesti lihasaitiosyndrooman jälkitilan hoitoa. Myös affisioituneiden lihasten antagonistilihasten harjoituksista pitää huolehtia. Drop-footin hoidossa ns. peroneustuki on keskeistä hoitoa. Jännebalansoinnin mahdollisuudet lihasaitiosyndrooman jälkitilojen hoidossa tulee kuitenkin tuntea. Operatiivista hoitoa tulisi harkita ennen kuin hankalia kontraktuuria pääsee kehittymään (3). Rigidin kontraktuuran hoidossa jännebalansoinnin ohella on toisinaan käytettävä korrektiivisiä artrodeeseja tai osteotomioita. Potilaita, joilla on nilkan tai jalkaterän lihasaitiosyndrooman jälkitila, ei ole lukuisasti. Todennäköisimmin näiden potilaiden operatiivinen hoito ja sen harkinta olisi järkevintä tehdä yksiköissä, joissa on jalkakirurgista perehtyneisyyttä ja kokemusta nilkan ja jalkaterän jännebalansoinnista.

### *Kirjallisuus*

1. Rammelt S, Zwipp H: Reconstructive surgery after compartment syndrome of the lower leg and foot. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2008;34:237–248.
2. Thati S, Carlson C, Maskill JD et al: Tibial compartment syndrome and the cavovarus foot. *Foot Ankle Clin N Am.* 2008;13:275–305.
3. Perry MD, Manoli A: Reconstruction of the foot after leg or foot compartment syndrome. *Foot Ankle Clin N Am.* 2006;11:191–201.
4. Hansen ST: Functional reconstruction of the foot and ankle. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2000.
5. Frink M, Hildebrand F, Krettek C et al: Compartment syndrome of the lower leg and foot. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:940–950.
6. Brey J, Castro MD: Salvage of compartment syndrome of the leg and foot. *Foot Ankle Clin N Am.* 2008;13:767–772.