



PLANTAARIFASKIA OSANA KEHON RAKENNETTA JA TOIMINTAA

Kirjallisuuskatsaus

Villiina Uotila

Tuuli Yrjölä

Opinnäytetyö
Elokuu 2014
Fysioterapeuttikoulutus

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Fysioterapeuttikoulutus

UOTILA, VILLIINA & YRJÖLÄ, TUULI:
Plantaarifaskia osana kehon rakennetta ja toimintaa
Kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö 45 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Elokuu 2014

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä suomenkielistä teoriatietoa plantaarifaskian merkityksestä kehon rakenteessa ja toiminnassa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kirjallisuuskatsaus, joka sisältää suomenkielistä tietoa plantaarifaskiasta osana kehon rakennetta ja toimintaa. Plantaarifaskian biomekaanisista ominaisuuksista on tehty jo useita tutkimuksia, mutta sen histologisia ominaisuuksia on alettu tutkia tarkemmin vasta viime vuosina. Uudet tutkimustulokset ja vähäinen suomenkielinen materiaali aiheesta asettivat tälle opinnäytetyölle tutkimustarpeen.

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Lähdeaineistona käytettiin aihetta käsitteleviä tutkimuksia ja julkaisuja, jotka kerättiin eri tietokannoista sekä kirjallisuudesta. Lähdemateriaalin luotettavuutta arvioitiin lähteiden julkaisuvuoden, tutkijoiden, tutkimusmetodien ja julkaisijan perusteella. Opinnäytetyötä ohjaavia tutkimuskysymyksiä olivat: Mikä on plantaarifaskia? Miten se vaikuttaa kehon rakenteeseen ja toimintaan? Miten se on osallisena jalkaterän sekä muun kehon toimintahäiriöissä?

Plantaarifaskia on jalkaterässä sijaitseva sidekudosrakenne, joka lähtee kantaluusta ja kiinnittyy päkiän alle. Se osallistuu jalkaterän rakenteiden passiiviseen tukemiseen sekä jalkaterän biomekaniikkaan. Viimeisimpien tutkimusten mukaan plantaarifaskialla saattaa olla luultua suurempi merkitys kehon toiminnassa, muun muassa osana jalkaterän proprioseptiikkaa sekä faskian voimansiirtojärjestelmää.

Plantaarifaskia-aiheisten tutkimuksien lisääntyessä tutkijoiden käsitys sen roolista kehossa on muuttumassa. Jos uusimmat tutkimustulokset pitävät paikkansa, ne muuttavat nykyistä käsitystä jalkaterän biomekaniikasta. Tutkimusten vähäisen määrän vuoksi plantaarifaskiasta tarvitaan kuitenkin vielä lisää näyttöön perustuvaa tutkimustietoa. Tämän opinnäytetyön jatkotutkimuksena voisi tutkia plantaarifaskian hoitoa ja fysioterapiaa, koska niitä ei tässä opinnäytetyössä käsitelty.

Asiasanat: plantaarifaskia, kantakalvo, jalkaterät, jalat

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Physiotherapy

UOTILA, VILLIINA & YRJÖLÄ, TUULI:
Plantar Fascia as a Part of the Structure and Functions of the Human Body
A Literature Review

Bachelor's thesis 45 pages, appendices 0 pages
August 2014

The objective of this study was to increase information in Finnish about plantar fascia as a part of the structure and function of the body. The purpose of this study was to produce a literature review in Finnish about plantar fascia as a part of the structure and function of the body. The main research questions were: What is plantar fascia? How does it affect to the structure and function of the body? How does it participate in the dysfunction of the foot and the body? The approach of this study was a literature review. The data were collected from literature and electronic databases.

Plantar fascia is a connective tissue located in the sole of the foot. It arises from calcaneus and inserts to the ball of the foot. Plantar fascia is a part of the foot's passive support system and biomechanics. Recent studies suggest that plantar fascia might have a bigger role in the function of the body than thought earlier. It might participate in the proprioceptive system of the foot and in shifting mechanical loads in the fascial network. However the lack of studies about plantar fascia means that more data are needed to make reliable conclusions about plantar fascia's role in the body.

Key words: plantarfascia, feet, legs

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	7
3	FASKIA.....	9
	3.1 Mikä on faskia?.....	9
	3.2 Faskian kerrokset	10
	3.3 Myofaskiaaliset linjat.....	12
4	PLANTAARIFASKIA	16
	4.1 Määrittelystä	16
	4.2 Anatomia.....	17
5	PLANTAARIFASKIAN MERKITYS KEHOSSA	21
	5.1 Plantaarifaskia osana jalkaterän kaarirakenteita	21
	5.2 Plantaarifaskian yhteys akillesjänteeseen	25
	5.3 Plantaarifaskia osana kehon toimintaa.....	26
	5.3.1 Plantaarifaskia kävelyn biomekaniikassa.....	27
	5.3.2 Plantaarifaskia jalkaterän proprioseptiikassa	30
	5.3.3 Plantaarifaskian yhteys sen yllä oleviin rakenteisiin myofaskiaalisen linjan välityksellä.....	31
6	PLANTAARIFASKIA JALKATERÄN TOIMINTAHÄIRIÖISSÄ	33
	6.1 Kiristyneen plantaarifaskian vaikutus jalkaterän rakenteen muutoksiin	33
	6.2 Plantaarifaskian vaikutus häiriöihin kävelyn biomekaniikassa	35
	6.3 Plantaarifaskiopatia (ent. plantaarifaskiitti).....	36
7	YHTEENVETO	38
8	POHDINTA.....	41
	LÄHTEET.....	43

1 JOHDANTO

Faskia on kehon sidekudosverkosto, joka yhdistää kaikkia kehon soluja ja luo niille näin yhtenäisen ja kommunikoivan ympäristön. Se ei ole uusi anatominen löydös, mutta sen merkitystä ihmisen tuki- ja liikuntaelimistössä on alettu ymmärtää paremmin vasta viime vuosina. Tämä näkyy etenkin faskia -aiheisten tutkimusten ja julkaisujen määrän lisääntymisenä sekä faskia -koulutusten suosion kasvuna maailmanlaajuisesti. Nykyiset anatomian tutkimukset yrittävät selittää kehon toimintoja kokonaisvaltaisemmin kuin aiemmin, jolloin tutkimukset keskittyivät pääasiassa vain yksittäisiin rakenteisiin. (Stecco ym. 2011, 127.)

Päädyimme valitsemaan opinnäytetyömme aiheeksi plantaarifaskian, koska opintojemme aikana meitä molempia on alkanut kiehtoa faskia ja sen merkitys kehon toiminnassa. Koska faskia on aiheena hyvin laaja, rajasimme aiheen tiettyyn faskiarakenteeseen. Etusiessämme tutkimuksia aiheesta huomasimme plantaarifaskian olevan tärkeä faskiarakenne, josta ei löydy juurikaan suomenkielistä tietoa. Myös yhteinen kiinnostuksemme alaraajan rakenteeseen ja toimintaan sekä sen häiriöihin vahvisti aihevalintaamme.

Plantaarifaskia on jalkaterässä sijaitseva faskiarakenne. Faskiatutkimusten ohella myös tietämys plantaarifaskian merkityksestä osana kehon rakennetta ja toimintaa on lisääntynyt. Sillä on merkittävä tehtävä niin jalkaterän staattisen asennon ylläpitämisessä kuin dynaamisessa toiminnassa. Koska jalkaterän biomekaniikka vaikuttaa suljetun kineettisen ketjun kautta myös jalkaterän yllä oleviin rakenteisiin, sen ymmärtäminen on tärkeää fysioterapeuttisen tutkimisen, kliinisen päättelyn ja hoidon kannalta.

Plantaarifaskian ja plantaariaponeuroosin määritelmä ei ole yksiselitteinen, vaan tutkijoiden keskuudessa on erimielisyyksiä niiden eroista ja yhteneväisyyksistä. Tässä opinnäytetyössä plantaarifaskia ja plantaariaponeuroosi ovat synonyymit, koska tämä määrittely tuli useimmissa lähteissämme vastaan. Plantaarifaskiasta puhutaan alan julkaisuissa myös useilla eri käsitteillä. Näitä ovat muun muassa plantaarifaskia, plantaarifascia, plantaariaponeuroosi ja kantakalvo. Käytämme tässä opinnäytetyössä termiä plantaarifaskia, koska englanninkielisissä lähteissä käytettiin useimmiten termiä plantar fascia ja suomenkielisissä julkaisuissa termiä plantaarifaskia.

Plantaarifaskiaa on alettu tutkia tarkemmin vasta viime vuosina, mikä lisäsi kiinnostustamme aihetta kohtaan. Tutkijat ovat todenneet, että aikaisempien tehtäviensä lisäksi plantaarifaskia saattaa toimia myös osana jalkaterän proprioseptiikkaa. Lisäksi plantaarifaskialla saattaa olla yhteys jalkaterän yllä oleviin rakenteisiin Thomas Myersin luoman faskian voimansiirtomallin välityksellä. Uudet tutkimustulokset tekevät aiheesta ajankohtaisen ja tärkeän muuttaessaan nykyisiä käsityksiä plantaarifaskian roolista jalkaterässä. Jos uudet tutkimustulokset pitävät paikkansa, ne vaikuttavat myös fysioterapeutin työhön tutkimisen, kliinisen päättelyn ja hoidon kautta.

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä suomenkielistä tietoa plantaarifaskiasta osana kehon rakennetta ja toimintaa fysioterapeuttien ja fysioterapeuttiopiskelijoiden käyttöön. Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä kirjallisuuskatsaus, joka sisältää suomenkielistä tietoa plantaarifaskiasta osana kehon rakennetta ja toimintaa. Kirjallisuuskatsaus julkaistaan Theseus-julkaisuarkistossa, josta se on helposti kaikkien saatavilla. Toivomme, että tämän opinnäytetyön lukemisen jälkeen fysioterapeutilla olisi parempi tietämys plantaarifaskiasta ja näin enemmän työkaluja jalkaterän toimintahäiriöiden tutkimisessa ja kliinisessä päättelyssä.

2 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Tämä opinnäytetyö on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, joka on yksi tieteellisen tutkimuksen metodi. Kirjallisuuskatsauksessa tehdään tutkimusta tutkimuksista ja näin luodaan perustaa uusille tutkimustuloksille. Se on kvalitatiivisten eli laadullisten ja kvantitatiivisten eli määrällisten tutkimusmetodien yhdistelmä, sillä kirjallisuuskatsauksessa käytetään niin kuvailevaa laadullista otetta kuin määrällisempää selittävää tutkimustapaa. Tutkimusmenetelmänä kirjallisuuskatsaus on hyvin systemaattinen, täsmällinen ja toistettavissa oleva. (Salminen 2011, 1, 3-4.)

Kirjallisuuskatsauksen tekemiselle on useita perusteluja, koska sen tavoitteena voi olla kehittää jotakin olemassa olevaa tai uutta teoriaa tai sen avulla voidaan arvioida teoriaa. Sen tavoitteena voi myös olla kokonaiskuvan rakentaminen jostakin tietystä asiakokonaisuudesta, ongelmien tunnistaminen tai jonkin tietyn teorian kehityksen kuvaaminen. (Salminen 2011, 3.) Valitsimme kirjallisuuskatsauksen tutkimusmetodiksi, koska sen avulla saimme tuotua esiin laajasti ja monipuolisesti tutkimuksiin ja kirjallisuuteen pohjautuvaa teoretietoa, ja näin luotua mahdollisimman hyvän kokonaiskuvan plantaarifaskiasta.

Kirjallisuuskatsausta on kolmea erilaista tyyppiä, jotka ovat kuvaileva kirjallisuuskatsaus, systemaattinen kirjallisuuskatsaus sekä meta-analyysi. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on tiivistelmä kirjallisuuskatsauksen aiheesta tehtyjen aiempien tutkimusten sisällöstä, jonka avulla tuodaan esille tieteellisten tulosten kannalta mielenkiintoisia ja tärkeitä tutkimuksia. (Salminen 2011, 9.) Tämä opinnäytetyö on toteutettu systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Systemaattiselle kirjallisuuskatsaukselle tyypillisesti vastaamme opinnäytetyössämme sille asetettuihin tutkimuskysymyksiin (Salminen 2011, 10). Opinnäytetyötä ohjaavat tutkimuskysymykset olivat: Mikä on plantaarifaskia? Miten se vaikuttaa kehon rakenteeseen ja toimintaan? Miten se on osallisena jalkaterän sekä muun kehon toimintahäiriöissä?

Lähdeaineisto kerättiin kirjallisuudesta, koulutusmateriaaleista sekä eri tutkimustietokannoista, joita olivat PubMed sekä Tampereen ammattikorkeakoulun ja Tampereen yliopiston sähköiset tietokannat. Hakuprosessissa käytettyjä hakutermejä olivat plantar fascia, plantar aponeurosis, windlass mechanism, function of the foot sekä plantar fasci-

opathy. Hakutuloksia termillä plantar fascia löytyi 100 kappaletta vuodesta 2000 vuoteen 2014. Hakutuloksien määrä nousee merkittävästi mitä lähemmäs vuotta 2014 päästään. Esimerkiksi vuodelta 2012 hakutuloksia löytyy kolme, 2013 30 ja 2014 46. Tämä kertoo siitä, kuinka plantaarifaskiaa on alettu tutkia lähiaikoina enemmän. Hakutulosten tarkemmalla tarkastelulla käy kuitenkin ilmi, että suurin osa hakutuloksia koskettaa plantaarifaskiopatiaa, eivätkä tutkimukset tällöin vastaa opinnäytetyöllemme asetettuihin kysymyksiin. Tutkimuksia ja julkaisuja rajattiin sen mukaan, että ne vastaisivat mahdollisimman hyvin opinnäytetyölle asetettuihin tutkimuskysymyksiin.

Valitsimme kirjallisuuskatsauksen lähdeaineistoksi mahdollisimman uusia lähteitä aiheen tuoreuden takia. Myös lähdekirjallisuutena on käytetty mahdollisimman uusia teoksia. Lähteiden luotettavuutta arvioimme tutkimusten julkaisijoiden, julkaisupaikan ja julkaisuvuoden mukaan. Tutkijoista suosimme tunnettuja faskia-aiheeseen perehtyneitä asiantuntijoita. Tutkimusten julkaisupaikkoja olivat muun muassa Journal of Anatomy sekä The Foot, jotka ovat kansainvälisiä lääketieteellisiä julkaisuarkistoja. Hakukriteerimme perusteella opinnäytetyöhön valikoitui 20 tutkimusta. Hakukielenä käytimme pääasiassa englantia, jota pystymme ymmärtämään sujuvasti ja kääntämään suomenkielille. Suomenkielisiä hakutermejä emme käyttäneet, koska suomenkielisiä tutkimustuloksia ei löytynyt.

Opinnäytetyöprosessi alkoi keväällä 2013 aiheen valinnalla. Päädyimme valitsemaan aiheeksi plantaarifaskian, koska se on aiheena ajankohtainen, eikä siitä löydy juuri lainkaan suomenkielistä materiaalia. Mielestämme suomenkielinen tieto plantaarifaskiasta on kuitenkin tarpeellista fysioterapeuteille. Tämä asetti meille tutkimustarpeen. Prosessi jatkui lähdemateriaalin hankinnalla, opinnäytetyösuunnitelman sekä sen keskeisten tutkimuskysymyksien laadinnalla. Perehdyimme aiheeseen lukemalla tutkimuksia ja julkaisuja sekä hankkimalla teoksia, joita ei ollut kirjastosta saatavilla. Opinnäytetyösuunnitelma hyväksyttiin keväällä 2014. Sen jälkeen aloitimme kirjallisuuskatsauksen kirjoitusprosessin, joka eteni kesän ja syksyn aikana. Opinnäytetyömme valmistui elokuussa 2014.

3 FASKIA

Tutkijoiden keskuudessa on paljon erimielisyyksiä faskia -termin sisällöstä. Joidenkin tutkijoiden mielestä termiin sisältyy ainoastaan tiiviimmät ja yhtenäisemmät sidekudoksen osat, kun jotkut taas hyväksyvät faskia -termin alle myös hyvin pehmeät ja ohuet sidekudoksen kerrokset. Termin yhtenäistämistä vaikeuttaa muun muassa se, että tutkijoilla ei ole yhteistä kieltä, jolla keskustella aiheesta. (Schleip, Jäger & Klinger 2012, 496–497.)

3.1 Mikä on faskia?

Faskia on yhtenäinen, koko kehon laajuinen sidekudosverkosto. Se koostuu sidekudossoluista, jotka peittävät, yhdistävät ja kannattelevat koko kehon jokaista yksittäisiä solua, lihasta, verisuonta ja hermoa. Faskiaverkosto täyttää koko kehon, myös kaikki sisäelinten, luiden ja lihasten väliin jäävät ”tyhjät” tilat ja luo näin yhtenäisen ja kommunikoivan ympäristön kehomme soluille. (Myers 2009, 15–16.)

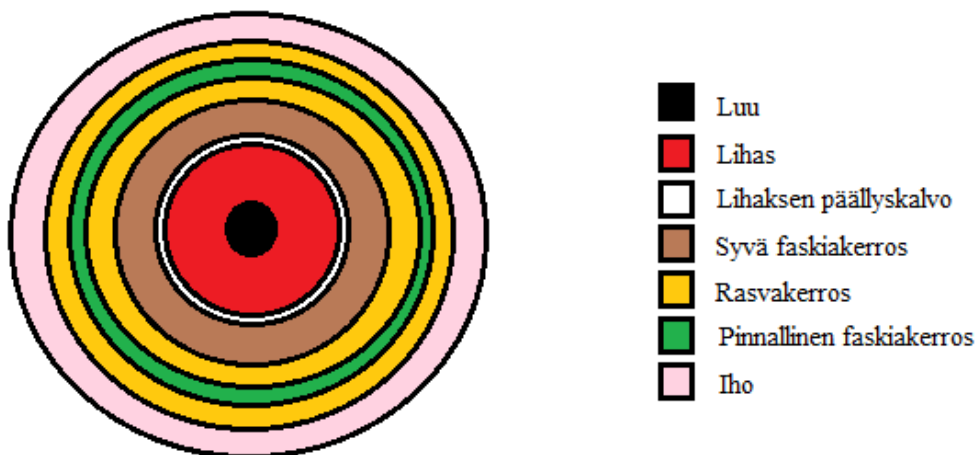
Faskian tehtävänä on suojata kehoa, antaa lihaksille ja keholle niiden ominainen muoto ja toimia mekaanisten voimien välittäjänä. Faskia voi muodostamiaan sidekudossyhteiksiä pitkin välittää muun muassa painetta ja jännitystä kehon osasta toiseen. Se kommunikoi ja välittää tietoa kehossa mekaanisesti reagoimalla kehoon kohdistuviin työntöihin ja vetoihin. Terve faskia kykenee torjumaan bakteereita ja muita haitallisia aineita sekä ylläpitämään kehon sisäistä tasapainoa, homeostaasia. Tämän vuoksi se vaikuttaa koko kehon terveyteen. (Myers 2009, 33; Sandström & Ahonen 2011, 350.)

Faskian muodostavat sidekudossolut ovat erikoistuneet tuottamaan itsensä ulkopuolelle erilaisia aineita, mm. kollageenia, elastiinia, retikuliinia ja sitkeää perusainetta. Tätä sidekudossolujen tuottamaa kokonaisuutta kutsutaan soluväliaineeksi (extracellular matrix). Se muodostaa faskiasta rasvaisen, sitkeän, vahvan, venyvän ja kommunikoivan materiaalin. Yhtenäisen rakenteensa vuoksi faskiaverkostossa olevat häiriöt välittyvät koko verkoston läpi sen osasta toiseen. Tätä ominaisuutta on kuvailtu ikään kuin villapaitana, jonka yhdestä langasta vedettäessä kiristyminen muuttaa koko villapaidan rakennetta. (Myers 2009, 15–17, 33.)

Voiman kuvataan usein siirtyvän kehossa suoraan lihasten jänteiden kautta luisiin rakenteisiin. Todellisuudessa lihakset eivät kuitenkaan lähes koskaan siirrä voimaa näin eteenpäin, vaan faskia toimii voiman välittäjänä. Huijing, Baan ja Maas (2003) selvittivät tutkimuksessaan, että 70 % lihasvoimasta siirtyy jänteisiin ja 30 % välittyy sidekudoksen välityksellä. Faskialla on siis erittäin tärkeä tehtävä kehon eri voimien välittäjänä, sillä ilman faskiaa lihaksen voimantuotto olisi huomattavasti vähäisempää. (Huijing ym. 2003, 316–317; Schleip, Findley, Chaitow & Huijing 2012, 15.)

3.2 Faskian kerrokset

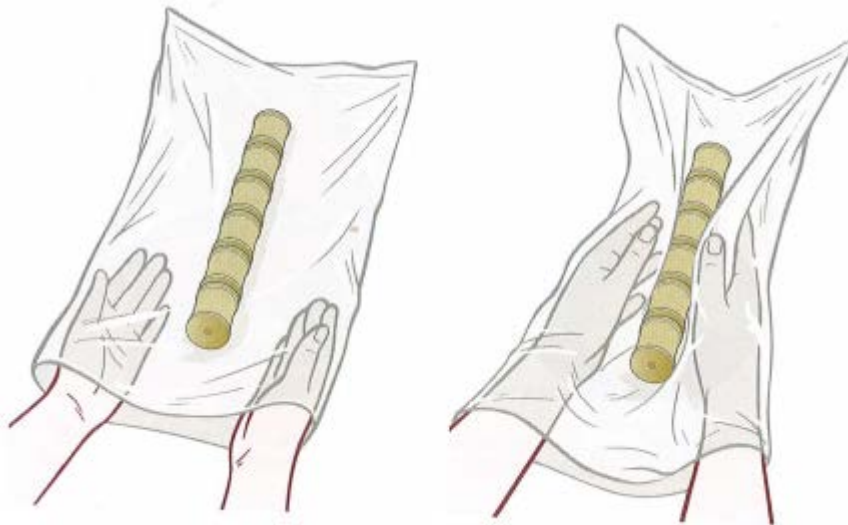
Faskia on jakautunut kehossa kahdeksi kerrokseksi, pinnalliseksi ja syväksi faskiaksi. Pinnallinen faskia sijaitsee ihonalaisen rasvakudoksen välissä jakaen rasvakudoksen pinnalliseen ja syvään osaan (kuva 1). Pinnallisen faskian rakenne ja paksuus vaihtelevat eri kehonosissa, mikä tekee siitä vaikeasti erotettavan rakenteen. Tämän vuoksi osa tutkijoista ei ole vielä tunnustanut sen olemassaoloa. Pinnallisen faskian sisällä on paljon hermoja, minkä vuoksi osa tutkijoista ehdottaa sen olevan osa kehon ulkoisia ärsykeitä vastaanottavaa järjestelmää. Pinnallinen faskiakerros ympäröi joitain suuria verisuonia, sekä imusuonia ja saattaa samalla varmistaa sen, että verisuonet pysyvät avoimina rakenteina. (Stecco ym. 2011, 127–131.)



KUVA 1. Faskian pinnallinen ja syvä kerros kehossa

Syvä faskia koostuu kahdesta tai kolmesta erillisestä kerroksesta, joiden välissä kulkee ohut sidekudoskerros. Tämän sidekudoskerroksen takia syvän faskian kerrokset liikkuvat helposti päällekkäin. Syvä faskiakerros sisältää paljon hermopäätteitä, sekä Ruffinin ja Pacinin keräsiä, jotka ovat kehon mekanoreseptoreita. Tämä tarkoittaa sitä, että syvä faskiakerros saattaa osallistua kehon proprioseptiikkaan eli sen asento- ja liikeaistiin. Näiden hiukkasten ja hermopäätteiden määrä syvän faskian sisällä vaihtelee jonkin verran eri alueiden välillä. (Stecco ym. 2011, 127, 131–133.)

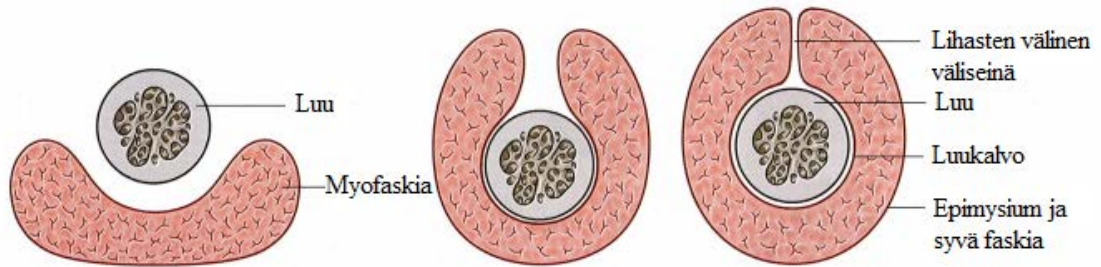
Yksi teoria siitä, miten syvä faskia ympäröi kehon luita ja lihaksia, on ”double bag”-teoria. Myers (2009, 41–43) kuvailee tätä teoriaa havainnollistavalla esimerkillä. Siinä syvä faskia on ikään kuin muovipussi, joka on levitetty pöydälle ja jonka päälle asetetaan keppi. Tämän jälkeen muovipussin sisälle asetetaan kämmenet, yksi kepin molemmille puolille. Lopuksi kädet tuodaan kepin yläpuolella yhteen ja double bagia kuvaava asetelma on valmis. Enää täytyy korvata keppi luulla, muovipussin kepin ja käsi- en välinen kerros faskian sisemmällä kerroksella, kädet lihaksilla ja muovipussin uloin kerros faskian uloimpana kerroksena (kuva 2). (Myers 2009, 41–43.)



KUVA 2. Kädet, keppi ja muovipussi luovat havainnollistavan esimerkin double bag -teoriasta (Myers 2009, 42, muokattu)

Esimerkissä keppi kuvastaa kaikkia sisimmän faskiakerroksen sisällä olevia kudoksia. Näitä ovat muun muassa luut, rusto, sekä nivelneste. Perinteisesti on ajateltu, että ne ovat erillisiä rakenteita, mutta double bag -teorian mukaan ne ovat kuitenkin saumatto-

massa yhteydessä faskian sisimpään kerrokseen. Esimerkissä kätemme kuvastavat faskian sisemmän ja ulomman kerroksen välistä tilaa, jossa ovat lihakset. Lihakset eivät siis kiinnity suoraan luihin, vaan faskian sisempään kerrokseen. Muovipussin ulkopinta kuvastaa faskian uloimpaa kerrosta, joka on toiselta nimeltään myofaskia eli lihaskalvo (kuva 3). (Myers 2009, 41–43.)



KUVA 3. Double bag (Myers 2009, 41, muokattu)

Lihakset ovat kietoutuneet faskiaan kuin kala verkkoon ja sana myofaskia viittaakin lihaskudoksen ja sitä ympäröivän faskian yhtenäiseen, erottamattomaan rakenteeseen. Myersin mukaan ”ihmiskehossa on olemassa vain yksi lihas, joka on jaettu n. 600 faskia- eli kalvotaskuun”. Kun lihakset irrotetaan luista, ne ovat silti kiinni toisissaan faskian yhdistämänä. Vaikka lihaksilla on kehossa omia tehtäviään, toimiessaan ne vaikuttavat aina koko faskiaverkoston. (Sandström & Ahonen 2011, 350; Myers 2009, 43–44.)

3.3 Myofaskiaaliset linjat

Yleisen käsityksen mukaan voima siirtyy kehossa lihasten välityksellä, jolloin lihakset siirtävät tuottamansa voiman jänteeseen, josta voima välittyy luuhun. Tämä aiheuttaa kehon jonkin tietyn osan liikkeen. Voiman voidaan ajatella siirtyvän kehossa myös faskioiden luomien linjojen kautta. Faskiaverkoston voimansiirrosta on esitetty useita malleja, jotka kaikki perustuvat pääasiassa luojansa empiirisiin kokemuksiin, joita neurologiset ja fysiologiset teorit täydentävät. Thomas Myersin luoma Anatomy Trains on yksi faskiaverkoston voimansiirron malli, johon syvennyttään seuraavissa kappaleissa tarkemmin. (Huijing 2012, 113; Richter 2012, 123.)

Faskian kollageeni-proteiineilla on kyky muodostaa sitkeitä yhteyksiä, joista muodostuu koko kehon kattavia myofaskiaalisia linjoja eli meridiaaneja. Näiden linjojen kautta välittyvät kehon stabiliteetti, kuormitus, jännitys, fiksaatiot, joustavuus ja posturaaliset kompensatiot. Myofaskiaaliset meridiaanit ovat voimavektorilinja, jotka perustuvat länsimaiseen anatomiaan. Tietyissä kohdissa ne menevät hyvin paljon limittäin akupunktiomeridiaanien kanssa, mutta eivät kuitenkaan ole yhteneväisiä. Myofaskiaaliset meridiaanit muodostavat seuraavat linjat: pinnallinen posteriorinen linja, pinnallinen frontaalilinja, lateraalilinja, spiraalilinja, yläraajan linjat, toiminnalliset linjat ja syvä frontaalilinja. (Sandström & Ahonen 2011, 352.)

Myofaskiaaliset linjat ovat vielä tutkimusvaiheessa ja muodostavatkin tällä hetkellä pääasiassa ajatusmallin, jota tukevat kliiniset huomiot, empiiriset tutkimukset, sekä jotkut alkuvaiheessa olevat dissektiot. Myofaskiaalisia linjoja pitkin siirtyvän voiman määrää on kuitenkin tutkittava vielä lisää, jotta siitä saadaan tieteellisesti varmoja tuloksia. (Myers 2012, 133.)

Plantaarifaskia on osa pinnallista posteriorista linjaa (engl. The Superficial Back Line) ja vaikuttaa sen kautta jalkaterän yllä oleviin rakenteisiin (Myers 2009, 75–76). Tämän vuoksi syvennymme tässä opinnäytetyössä ainoastaan pinnallisen posteriorisen linjan rakenteeseen. Pinnallisen posteriorisen linjan tehtävänä on toimia kehon liikkuvuuden ja ryhdin ylläpitäjänä. Polvien ja nilkkojen fleksiota lukuun ottamatta se tuottaa ekstensiota ja hyperekstensiota tukemalla kehoa niin, ettei se vajoa kumaraan. Väärin toimiessaan se saattaa myös korostaa tai ylläpitää sitä liiallisesti. Koska ryhdin ylläpito on vaativaa työtä, pinnallinen posteriorinen linja muodostuu vahvoista rakenteista, kuten plantaarifaskiasta ja varpaiden fleksoreista, akillesjänteestä, gastrocnemius -lihaksista, hamstring -lihaksista, sagrotuberous ligamentista, torakolumbaalisesta faskiasta ja erector spinae -lihaksista. (Myers 2009, 73, 75.)

Pinnallinen posteriorinen linja yhdistää ja suojelee kehon selkäpuolta kuin selkäkilpi jalkapohjista pääläelle saakka (kuva 4). Kun polvet ovat nolla-asennossa, se auttaa polvien nivelsiteitä ylläpitämään reisiluun ja sääriluun välistä linjausta. Pinnallisia posteriorisia linjoja on kaksi, yksi vasemmalla ja yksi oikealla puolella. Asiakasta tutkittaessa onkin tärkeää huomioida mahdolliset linjojen välillä esiintyvät poikkeavuudet ja niistä aiheutuvat ongelmat. (Myers 2009, 73–75.)



KUVA 4. Pinnallinen posteriorinen linja (Myers 2009, 72, muokattu)

Pinnallinen posteriorinen linja alkaa varvasluiden distaalipäistä. Sen ensimmäinen osio kulkee jalkapohjassa ja siihen kuuluvat plantaarifaskia, sekä varpaiden lyhyet koukistajalihakset ja niiden jänteet. Kantaluun jälkeen pinnallinen posteriorinen linja jatkuu akillesjänteenä, joka kiinnittyy osittain kantaluun luukalvoon ja osittain itse kantaluuhun. Akillesjänteestä linja jatkuu gastrocnemius-lihasta (kaksoiskantalihas) pitkin polviniveleen ja siitä hamstrings -lihaksia (reiden takaosan suuret lihakset) pitkin ylemmäs. (Myers 2009, 81–82.)

Polven asennolla on merkitystä pinnallisen posteriorisen linjan jatkuvuuteen, sillä ollessaan koukussa, polvinivel katkaisee hamstringien ja gastrocnemiuksen välisen myofasialisen yhteyden. Kun polvi on ojennettuna, ovat hamstringit ja gastrocnemiukset yhteydessä toisiinsa ja pinnallinen posteriorinen linja jatkuva. Tämä selittää, minkä vuoksi

avaimet on helpompi poimia lattialta polvet koukistettuina kuin polvet suorina – pinnallinen posteriorinen linja ei kiristä yhtä paljon, kun polvet ovat koukistuneina, eikä linja ole jatkuva. Tähän löytyy kuitenkin poikkeuksia, kuten ne henkilöt, joiden pinnallinen posteriorinen linja on niin kireä, että edes polvien koukistaminen ei helpota eteenpäin kallistumista. (Myers 2009, 81–82.)

Hamstringsien kiinnityskohdista pinnallinen posteriorinen linja jatkuu sacrotuberouksen ligamenttia pitkin erector spinaeen (selän syvät lihakset) ja tätä pitkin kallonpohjaan. Erector spinaesta se jatkuu pitkin niskarusetin lihaksia (rectus capitis posterior minor ja major, obliquus capitis superior ja inferior) pitkin galea aponeurotikseen, joka muodostuu kallon takaosan ja pääläen pienistä lihaksista. Pinnallinen posteriorinen linja päättyy galea aponeurotiksien kiinnityskohtaan silmäkuoppien yläpuolelle. (Myers 2009, 84–89.)

4 PLANTAARIFASKIA

Plantaarifaskia eli kantakalvo on jalkapohjan sidekudoskalvo, joka muodostaa vahvan yhteyden kantaluun ja varvasluiden välille. Se muodostuu kolmesta osasta, jotka kaikki lähtevät kantaluusta ja kiinnittyvät päkiän alle. Plantaarifaskian biomekaniikkaa on tutkittu jonkin verran, mutta sen anatomiaa ja histologiaa (kudosoppia) on alettu tutkia paremmin vasta viime vuosina. (Wearing 2012, 253; Stecco ym. 2013, 666.)

4.1 Määrittelystä

Plantaarifaskia -termille ei ole yhtä yhtenäistä määritelmää, vaan lähteistä ja tutkijoista riippuen plantaarifaskia määritellään kolmella eri tavalla. Kaikki lähteet ovat samaa mieltä siitä, että plantaarifaskia lähtee kantaluusta ja kiinnittyy varvasluihin. Tutkijoiden on vaikea löytää yhtenevää mielipidettä siihen, miten määritellään plantaarifaskia ja plantaariaponeuroosi.

Ensimmäisen määritelmän mukaan plantaarifaskia on itsenäinen rakenteensa, johon kuuluu mediaalinen, sentraalinen ja lateraalinen osa. Plantaariaponeuroosi taas on kokonaisuus, johon kuuluvat plantaarifaskian lisäksi varpaiden lyhyet koukistajalihakset ja niiden jänteet. Toisen määritelmän mukaan plantaarifaskia on synonyymi plantaariaponeuroosille, jolloin plantaariaponeuroosi ja plantaarifaskia tarkoittavat molemmat rakennetta, johon kuuluu mediaalinen, sentraalinen ja lateraalinen osa. Kolmannen määritelmän mukaan plantaarifaskia ja plantaariaponeuroosi ovat erilliset rakenteet. Tässä määritelmässä plantaarifaskiaan kuuluvat vain mediaalinen ja lateraalinen osa. Sentraalinen osa taas on nimeltään plantaariaponeuroosi, koska se on rakenteeltaan kahta muuta osaa vahvempi. (Aquino & Payne 1999, 1; Myers 2012, 75; Wearingin 2012, 253.)

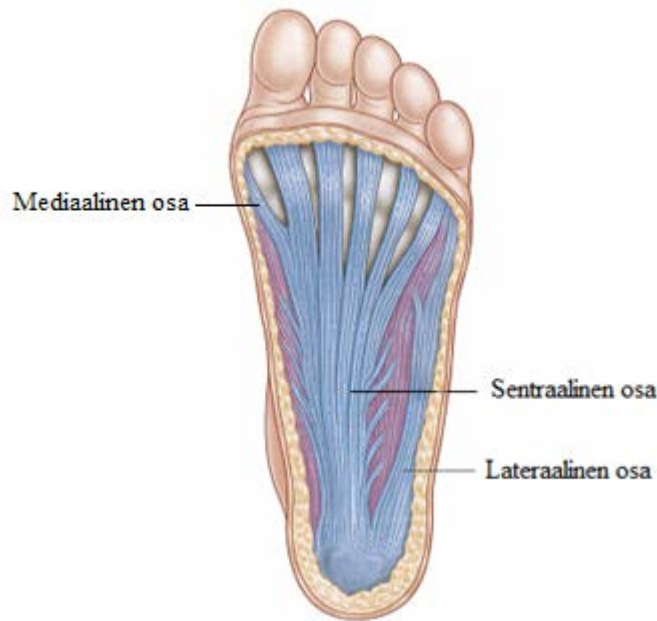
Viimeisimmän tutkimuksen mukaan plantaarifaskian kudusrakenne muistuttaa enemmän faskiaa kuin aponeuroosia. Aponeuroosissa kudoksen kollageenisäikeet ovat järjestäytyneet yhdensuuntaisesti, faskiassa ne ovat järjestäytyneet sekalaisesti. (Stecco ym. 2013, 673.) Stecco ym. (2013) tutkivat plantaarifaskian histologiaa ominaisuuksia ja huomasivat, että vaikka plantaarifaskian kollageenisäikeet ovat pääasiassa järjestäytyneet yhdensuuntaisesti, löytyy plantaarifaskiasta kohtia, joissa kollageenisäikeet ovat

järjestäytyneet sekalaisesti. Tämän vuoksi plantaarifaskia tutkijoiden mielestä muistuttaa kudusrakenteeltaan enemmän faskiaa. Tutkijat ehdottavat tästä rakenteesta käytettäväksi termiä plantaarifaskia, johon kuuluu mediaalinen, sentraalinen ja lateraalinen osa. (Stecco ym. 2013, 673.) Opinnäytetyössämme käytämme tätä määrittelyä plantaarifaskiasta, koska se perustuu uusimpaan plantaarifaskian kudusrakennetta koskevaan tutkimustietoon. Lisäksi termi plantaarifaskia tulee useimmissa käyttämissämme lähteissä vastaan.

4.2 Anatomia

Plantaarifaskia sijaitsee syvällä jalkapohjan rasvakerrosten alla ja se muodostaa osan jalkaterän syvästä faskiakerroksesta. Plantaarifaskia lähtee tuberositas calcaneuksesta eli kantaluun kyhmystä, kulkee jalkapohjaa pitkin ja kiinnittyy päkiän alle. Plantaarifaskia muodostuu mediaalisesta, sentraalisesta ja lateraalisesta osasta (kuva 5). (Falkner-Heylings 2014, 1; Wearing 2012, 253.)

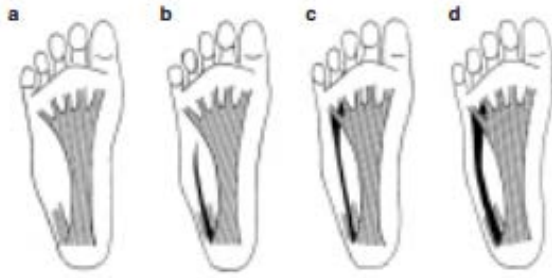
Mediaalinen osa on plantaarifaskian kolmesta osasta ohuin. Se lähtee sentraalisen osan keskivaiheilta, levittäytyy m. abduktor halluciksen päälle, jonka jälkeen se yhtyy jalan mediaalisen puolen syvään faskiakerrokseen. Plantaarifaskian sentraalinen osa on 12–29 millimetriä leveä ja 2–4 millimetriä paksu ja täten plantaarifaskian vahvin ja tärkein osa. Se lähtee calcaneuksen kyhmyyn mediaalisen ulokkeen alapinnalta. Metatarsaaliluiden puolellisessa sentraalinen osa jakautuu viiteen pienempään säikeeseen. Nämä viisi säiettä jakautuvat vielä pinnallisempaan ja syvempään osaan. Pinnallisten säikeiden mediaalisiin ja lateraalisiin osa kulkeutuvat viistosti jalkaterän sivuille kiinnittyen sinne. Kolme keskimmäistä pinnallista säettä kiinnittyvät ihoon metatarsaaliluiden distaalipäiden eteen ja osallistuvat samalla päkiän alueen ligamenttien muodostamiseen. (McNally & Shetty 2010, 334; Falkner-Heylings 2014, 1; Wearing ym. 2006, 587; Wearing 2012, 253.)



KUVA 5. Plantaarifaskia (Myers 2009, 76, muokattu)

Sentraalisen osan viisi syvää säiettä yhdistyvät muodostaakseen m. digital flexorin mediaalista ja lateraalista osaa ympäröivät väliseinät. Viisi syvää säiettä kiinnittyvät varpaiden koukistajalihasten jännetuppiin, sekä interosseous faskiaan. Interosseus faskia peittää jalkaterän interosseous lihakset, jotka muodostavat poikittaisen jalkaholvin. Säikeet kiinnittyvät myös m. adductor hallucisn poikittaiseen päähän, sekä syvään poikittaiseen metatarsaaliligamenttiin. Metatarsaaliligamentti liittyy metatarsaaliluiden distaaliset päät toisiinsa. Lisäksi säikeet kiinnittyvät metatarsaaliluiden distaalipäiden alla sijaitsevan päkiän rasvapatjan ja MTP-nivelten kollateraalligamenttien kautta proksimaalisten varvasluiden tyviosiin. (Wearing 2012, 253.)

Plantaarifaskian lateraalisen osan paksuus vaihtelee suuresti henkilöstä riippuen ja 12 %:lla lateraalista osaa ei ole lainkaan. Sen vahvuus vaihtelee hyvin kehittyneen ja paksun, sekä lähes olemattoman rakenteen välillä (kuva 6). Se lähtee calcanuksesta ja kulkee jalkapohjaa pitkin sijaiten m. abductor minimin alla. Kuutioluun kohdalla lateraalinen osa jakautuu kahteen säikeeseen. Säikeistä lateralisempi kiinnittyy 5. metatarsaalin proksimaaliseen päähän muodostaen samalla osan jalkapohjan plantaariligamenttia. Säikeistä mediaalisempi kulkee syvällä ja kiinnittyy päkiän rasvapatjaan joko kolmannen, neljännen tai viidennen MTP-nivelen kohdalle. (Falkner-Heylings 2014, McNally & Shetty 2010, 335; Wearing ym. 2006, 587–588.)



KUVA 6. Plantaarifaskian lateraalisen osan eri versiot: a. lateraalinen osa puuttuu kokonaan, b. kapea ja puutteellinen mediaalinen säie, c. kokonaan kehittyneet, mutta kapeat mediaalinen ja lateraalinen säie ja d. kokonainen ja hyvin kehittynyt lateraalinen osa (Wearing 2006, 588)

Plantaarifaskia-aiheiset tutkimukset ovat keskittyneet pääasiassa plantaarifaskian biomekaniikan tutkimiseen, eivätkä niinkään sen anatomian tai kudosten selvittämiseen. Tämän takia muun muassa plantaarifaskian hermotuksen laajuutta ei tiedetä tarkasti. Viimeisimmät tutkimukset ovat todenneet plantaarifaskian olevan paremmin hermotettu kuin ennen on ajateltu. (Stecco ym. 2013, 666.)

Nykyisten tietojen mukaan plantaarifaskiaa hermottaa ainakin kaksi hermoa, jotka molemmat lähtevät n. posterior tibialiksesta. Hermoista pinnallisempi on nimeltään n. medial calcaneal. Se lähtee n. posterior tibialiksesta juuri ennen kuin n. posterior tibialis jakautuu lateraaliseen ja mediaaliseen plantaarihermoon. N. medial calcaneal kulkee jalkaterän pinnalla m. abductor halluciksen ja pinnallisen faskiakerroksen välissä. (McNally & Shetty 2010, 335, 340.)

Syvemmillä kulkeva lateraalisen plantaarihermon ensimmäinen haara on plantaarifaskian hermotuksen kannalta n. medial calcanealia tärkeämpi. Se erkanee lateraalista plantaarihermosta, kulkee calcaneuksen mediaalista sivua pitkin m. abductor halluciksen ja m. quadratus plantaen väliin. Siitä hermo kulkee pehmytkudostunneliin, joka kulkee m. abductor halluciksen ja m. flexor digitorum breviksen välissä ennen kuin se tavoittaa plantaarifaskian. Lateraalisen plantaarihermon ensimmäinen haara jää helposti puristuksiin pehmytkudostunneliin varsinkin jos sen alueen lihaksissa ilmenee liikakasvua. Tästä voi aiheutua esimerkiksi kivulias hermopinne. (McNally & Shetty 2010, 335, 340.)

Plantaarifaskiaa kuvaillaan tiiviiksi sidekudosrakenteeksi. Plantaarifaskian sentraalisen osan keskiosassa on samantyyllisesti ligamenttien ja jänteiden kanssa pidentyneitä sidekudossoluja. Nämä sidekudossolut sijaitsevat pääasiassa kollageenisäikeiden muodostamassa soluväliaineessa. Sidekudossolut ovat järjestäytyneet soluväliaineessa pitkittäisiin riveihin, jotka ovat yhteydessä toisiinsa sidekudossoluista lähtevien solulisäkkeiden ja kollageenisäikeiden kautta. (Wearing ym. 2006, 589.) Benjamin ja Ralphs (2000) esittävät, että tämän rakenteen ansiosta sidekudossolut muodostavat kommunikoivan kolmiulotteisen verkoston, joka voi pystyä aistimaan muutoksia jalkaterään kohdistuvassa kuormassa ja vastaamaan näihin muutoksiin muuttaen soluväliaineen rakennetta. Täten plantaarifaskia voi toimia myös aktiivisena aistivana elimenä, joka pystyy muuttamaan rakennettaan vastatakseen kehon ulkopuolelta tuleviin vaatimuksiin. (Wearing ym. 2006, 589–590.) Tämä esitys tarvitsee kuitenkin lisää tutkimustietoa tuekseen ennen kuin se voidaan esittää faktana.

5 PLANTAARIFASKIAN MERKITYS KEHOSSA

Plantaarifaskialla on merkittävä tehtävä jalkaterän rakenteessa ja toiminnassa. Rakenteeseen se osallistuu passiivisena tukena luiden, nivelsiteiden ja nivelkapseleiden kanssa toimimalla jalkaterän etu- ja takaosan välisenä jännittyneenä kappaleena. Jalkaterän toimintaan plantaarifaskia osallistuu ylläpitämällä sen kaarirakenteita, mikä on välttämätöntä esimerkiksi normaalin kävelyn onnistumiselle. (Wearing 2012, 253; Aquino & Payne 1999, 73.) Myersin (2009) mukaan plantaarifaskia on yhtenä osana myofaskian muodostamaa pinnallista posteriorista linjaa, joka kulkee kehon selkäpuolella aina jalkapohjista pääläelle saakka. Koska linjan kautta välittyy stabiliteettia, kuormitusta, jännitystä, fiksaatiota, joustavuutta sekä posturaalisia kompensatiota, vaikuttaa plantaarifaskia tämän teorian mukaan jalkaterän lisäksi myös kehon muiden osien toimintaan. (Myers 2009, 74–76.)

5.1 Plantaarifaskia osana jalkaterän kaarirakenteita

Ihmisen jalkaterä muodostuu 26 luusta, kahdesta jänneluusta, 55 nivelestä, sekä näitä rakenteita tukevista lihaksista, nivelsiteistä ja sidekudosrakenteista, kuten plantaarifaskiasta. Jalkaterän tehtävänä on toimia kehossa iskunvaimentimena, alustalle mukautujana sekä alaraajan jämökkänä vipuvartena, jonka yli on tukeva ponnistaa esimerkiksi kävellessä. Suljetun kineettisen ketjun alimpana osana jalkaterä on perusta koko kehon kuormituksen kannatukselle ja liikkumiselle. Kineettinen ketju tarkoittaa liikeketjua, jossa jokaisen nivelen toiminta vaikuttaa toinen toiseensa, jatkuen aina jalkaterän ensimmäisistä pienistä nivelistä kehon ylimpään niveleen asti. Suljettu kineettinen ketju on kyseessä silloin, kun alaraajan distaalinen eli äärimmäinen osa on kuormitettuna. Avoimesta ketjusta taas puhutaan, kun jalkaterässä ei ole kuormitusta. (Ahonen 2004, 70, 76–78, 108–109.)

Jalkaterä muodostuu holvimaisista kaarirakenteista, joiden tarkoituksena on jakaa kehon painosta aiheutuva kuormitus tasaisesti jalkaterän etu- ja takaosan välille. Kaaret muodostavat jalkaterään kolmiomaisen rakenteen, jonka tukipisteinä ovat jalkaterän takaosassa calcaneus ja etuosassa isovarpaan sekä pikkumarpaan tyvinivelten alaosat. Kaaret

muodostuvat luisista rakenteista, mutta toimiakseen tehtävissään ne tarvitsevat paljon sekä aktiivista että passiivista tukea. (Ahonen 2004, 78–79.)

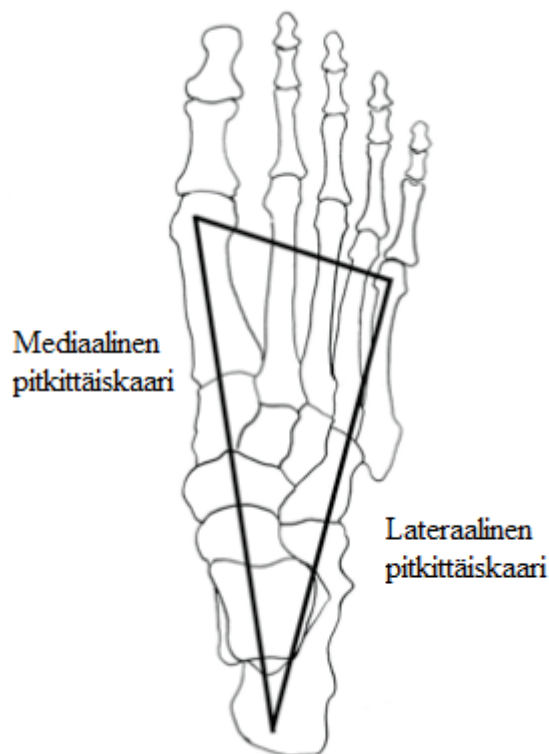
Kaarirakenteiden aktiivisen tuen muodostavat säären ja jalkapohjan lihakset, jotka vastaavat kaarien pitkäkestoista tuennasta. Passiivinen tuki muodostuu nivelsiteistä sekä sidekudosrakenteista, kuten plantaarifaskiasta. Yhdessä sidekudosrakenteet ja nivelsiteet muodostavat niin vahvan tukirakenteen, että ne pitävät kaarirakenteita yllä jopa ilman lihasten aktiivista toimintaa. Niiden tarkoituksena on antaa jalkaterälle tukea varsinkin tilanteissa, joissa rasitus on voimakasta ja lyhytkestoista. Esimerkiksi plantaarifaskian vetolujuuden on todettu olevan niin suuri, että sen vaurioituminen voi tapahtua vain pitkäkestoisessa virhekuormituksessa tai suurienergisessä trauman seurauksena. (Ahonen ym. 1998, 252; Ahonen 2004, 79; Wearing 2013, 253.)

Kaarirakenteista voidaan erottaa pitkittäis- ja poikittaiskaaret. Pitkittäiskaaret ovat nimeltään mediaalinen ja lateraalinen pitkittäiskaari. Poikittaissuunnassa kaaria muodostuu useaan eri kohtaan jalkaterän vaajaluiden kohdalle. Kaarien keskinäiset suhteet vaikuttavat jalkaterän biomekaniikkaan, ja niiden rakenteiden ymmärtäminen on sen vuoksi perustana jalkaterän biomekaniikan ymmärtämiselle. Jalkaterän kaarirakenteiden osana plantaarifaskia vaikuttaa jalkaterän tukevuuteen ja joustavuuteen, ja sen kautta myös jalkaterän biomekaniikkaan. (Sandström & Ahonen 2011, 309–310.)

Jalkaterän lateraalista eli ulommaista kaarta kutsutaan jäykäksi kaareksi. Se lähtee calcaneuksesta (kantaluu) ja kulkee cuboideumin (kuutioluu) kautta kahteen uloimpaan metatarsaaliluuhun (4. –5. jalkapöydänluut) (kuva 7). Lateraalisen kaaren aktiivisen tuen muodostavat m. peroneus longus (pitkä pohjeluulihas) ja m. peroneus brevis (lyhyt pohjeluulihas), sekä m. abductor digiti minimi (pikkumarpaan loitontajalihas), joka kiristää koko kaaren lähtiessään kantaluun kyhmystä ja kiinnittyen uloimpaaseen phalanx distaliseen (5. varpaan kärkiosa). Lateraalisen kaaren passiivinen tuki muodostuu plantaarifaskian lateraaliosasta, lig. plantare longumista (jalkapohjan pitkä ligamentti), lig. calcaneocuboideumista (lyhyt jalkapohjan ligamentti) sekä lig. interossea (talocalcaneum-ligamentti). Vahvojen tukirakenteidensa ansiosta lateraalinen kaari kestää hyvin kuormitusta. Sen tehtävänä on tukevoittaa jalkaterää, kun keho on suorassa pystyasennossa. (Ahonen 2004, 75, 78–79; Sandström & Ahonen 2011, 309–310.)

Jalkaterän mediaalista kaarta kutsutaan jousikaareksi. Sen on oltava joustava voidakseen toimia kehossa iskunvaimentimena silloin kun jalkaterä ottaa vastaan alustalta välittyviä voimia. Ilman joustavia elementtejä jalkaterä ei myöskään kykene mukautumaan alustalleen, jolloin sen biomekaniikkaan aiheutuu häiriöitä. Sen seurauksena jalkaterän tukirakenteet, muun muassa plantaarifaskia, ajan kuluessa vähitellen peittyvät. Lisäksi mediaalisen kaaren on toimittava jalkaterän liikkeiden tietyissä vaiheissa jäykkänä tukikapaleena sen etu- ja takaosan välillä estäen niiden erkanemista toisistaan. (Sandström & Ahonen 2011, 309–310.)

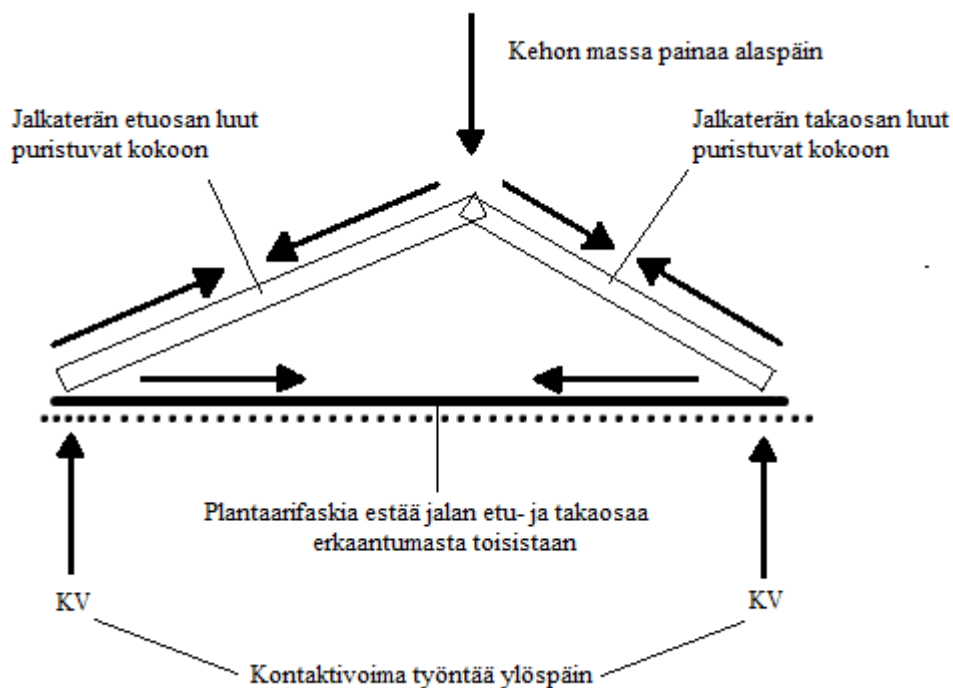
Mediaalisen kaaren muodostavat calcaneus (kantaluu), talus (telaluu), naviculare (venelu), cuneiformeluut (vaajaluut) sekä 1.–3. metatarsaaliluut (1.-3. jalkapöydänluut) (kuva 7). Kaaren aktiivisena tukena ovat m. extensor hallucis longus (isovarpaan pitkä ojentaja), m. tibialis anterior (etummainen säärilihás), m. tibialis posterior (takimmainen säärilihás), m. flexor hallucis longus (isovarpaan pitkä koukistaja) ja m. flexor digitorum longus (varpaiden pitkä koukistaja). (Sakalauskaite & Satkunskené 2012, 1; Ahonen 2004, 75.)



KUVA 7. Jalkaterän kaarirakenteet (Griffith 2010, muokattu)

Mediaalisen kaaren passiivisen tuen muodostavat vahvat nivelsiteet ja sidekudosrakenteet, joista tärkein on plantaarifaskia. Tärkeitä nivelsiteitä ovat calcaneuksen ja navicularen välillä kulkeva lig. calcaneonaviculare (spring-ligamentti), sekä mediaalimalleolin ja taluksen välillä kulkeva deltaligamentti. Mediaalikaari ei pysty ylläpitämään muotoaan jalkaterän ollessa kuormitettuna ilman vahvoja tukirakenteitaan. Yhdessä plantaarifaskia, nivelsiteet sekä jalkaterän lihastoiminta estävät mediaalisen kaaren romahtamista alaspäin. (Wangdo & Arkady 1995,1; Wearing 2012, 253.)

Seistessä kehon paino laskee os talusta (telaluu) inferiorisesti ja alhaalta päin tuleva kontaktivoima työntää jalkapohjaa calcaneuksen ja metatarsaaliluiden distaalipäiden kohdalta. Tällöin calcaneuksen ja metatarsaaliluiden päiden välimatka kasvaa, jonka seurauksesta myös mediaalinen pitkittäisholvi pitenee ja madaltuu. Plantaarifaskia rajoittaa mediaalisen pitkittäisholvin pidentymistä ja auttaa mediaalista kaarta säilyttämään muotonsa toimimalla jännittyneenä välikappaleena mediaalisen kaaren päiden välillä (kuva 8). (Wangdo & Arkady 1994,1; Wearing 2012, 253; Neumann 2002, 496–497.)



KUVA 8. Plantaarifaskia rajoittaa mediaalisen pitkittäisholvin pidentymistä (Ayres 2013, muokattu)

Huang ym. (1993) esittivät, että plantaarifaskian poistaminen vähensi mediaalisen pitkittäisholvin jäykkyyttä 25 %. He päättelivät, että plantaarifaskia on tärkein rakenne mediaalisen pitkittäiskaaren muodon ylläpitämisessä. Kun jalkaterästä poistettiin plantaarifaskia ja kanta-veneluuside (plantar calcaneonavicular ligament), mediaalinen pitkittäiskaari ylläpiti kuitenkin 65 % alkuperäisestä jäykkyydestään. Tämä viittaisi siihen, että muilla jalkaterän rakenteilla, kuten luustolla, saattaa olla suurin vaikutus mediaalisen pitkittäisholvin stabiliteettiin. Joka tapauksessa plantaarifaskia muodostaa osan passiivisesta mekanismista, joka ylläpitää mediaalisen pitkittäisholvin muotoa seisoma-asennossa. (Wearing 2012, 253–254.)

Viimeaikaisissa tutkimuksissa, joissa plantaarifaskia on poistettu jalkaterästä kokonaan, on huomattu, että pitkittäiskaarien madaltumisen lisäksi jalkaterässä tapahtuu metatarsaaliluiden poikittaissuuntaista erkanemista. Tämä viittaa siihen, että jalkaterän pitkittäisten rakenteiden tukemisen lisäksi plantaarifaskia osallistuisi myös jalkaterän poikittaisten rakenteiden tukemiseen. (Wearing ym. 2006, 594.)

5.2 Plantaarifaskian yhteys akillesjanteeseen

Faskiatutkijat eivät ole päässeet yhteisymmärrykseen siitä ovatko plantaarifaskia ja akillesjänne yhteydessä toisiinsa vai eivät. Viimeaikaiset tutkimukset kuitenkin viittaavat siihen suuntaan, että näiden rakenteiden välillä on yhteys. (Stecco ym. 2013, 666.) Kim, Richey, Wissman & Steinberg (2010 & 2011) tutkivat akillesjanteen ja plantaarifaskian välistä yhteyttä kahdessa eri tutkimuksessa. He tulivat näiden tutkimusten perusteella siihen johtopäätökseen, että plantaarifaskian ja akillesjanteen välillä on yhteys nuorilla henkilöillä. Iän myötä plantaarifaskian ja akillesjanteen välinen yhteys kuitenkin väheenee, koska akillesjanteen distaalisin kiinnityskohta siirtyy vuosien myötä ylemmäksi. (Kim ym. 2010, 418–419; Kim ym. 2011, 41–43.)

Stecco ym. (2013, 666–667) tutkivat plantaarifaskian makro- ja mikroskooppisia ominaisuuksia, sekä plantaarifaskian mahdollista yhteyttä akillesjanteeseen. Tutkimukseen otettiin kolme lääketieteellisen käyttöön testamentattua ruumista, sekä 52 henkilöä (keski-ikä 44,2 vuotta), joilla oli epäspesifiä nilkan tai jalkaterän alueen kipua. Akillesjanteen ja plantaarifaskian välistä yhteyttä tutkittiin dissektion, sekä jalkaterän takaosaan kohdistuvien magneettikuvien avulla. (Stecco ym. 2013, 666–667.)

Tutkijat löysivät plantaarifaskian proksimaalisen kiinnityskohdan läheltä sukkulamaisia rustosoluja. Nämä voivat olla osasy plantaarifaskian ja akillesjänteen iän tuomaan yhteyden vähenemiseen. Mukautumalla plantaarifaskiaan kohdistuvaan kuormitukseen plantaarifaskian proksimaalinen kiinnityskohta alkaa rustottua ja kiinnittyy paremmin luuhun sekä kestää näin paremmin siihen kohdistuvaa kuormitusta. Tämän seurauksena plantaarifaskian elastisiteetti ja sen yhteys akillesjänteeseen vähenee. (Stecco ym. 2013, 676.)

Tutkimuksen mukaan plantaarifaskia ja akillesjänne olisivat yhteydessä myös kantaluun luukalvon sekä akillesjänteen jännetupin välisen sidekudoksen eli akillesjänteen paratenonin välityksellä. Vaikka plantaarifaskian proksimaalinen kiinnityskohta rustottuu ja suora yhteys akillesjänteen ja plantaarifaskian välillä tämän myötä häviää, ovat rakenteet kuitenkin yhteydessä toisiinsa luukalvon ja paratenonin kautta. (Stecco ym. 2013, 676.)

Luukalvon ja akillesjänteen paratenonin välistä yhteyttä tukee myös se, että magneettikuvien perusteella löytyi merkittävä yhteys näiden rakenteiden paksuuden välillä. Tutkimukseen osallistuneista 27 henkilöllä oli akillesjänteen tulehdus. Viidellä tutkimushenkilöllä todettiin myös paksuuntunut plantaarifaskia. Akillesjänteen paratenonin ja plantaarifaskian välisen yhteyden vuoksi on mahdollista, että kroonisen akillesjänteen tulehduksen seurauksena myös plantaarifaskia voi vahingoittua. Tästä tarvitaan kuitenkin lisää näyttöön perustuvaa tutkimustietoa, jotta siitä voidaan tehdä varmoja johtopäätöksiä. Plantaarifaskian ja akillesjänteen välinen yhteys voi mahdollistaa sen, että rakenteet vaikuttavat toinen toisiinsa. Tällöin plantaarifaskian häiriöt voivat aiheuttaa häiriötä akillesjänteen ja akillesjänteen häiriöt ongelmia plantaarifaskiaan. (Stecco ym. 2013, 674–675.)

5.3 Plantaarifaskia osana kehon toimintaa

Plantaarifaskia osallistuu kehon toimintaan niin jalkaterän kuin mahdollisesti myös Myersin (2009, 75) kuvaileman pinnallisen posteriorisen linjan kautta. Jalkaterän toimintaan se osallistuu windlass-mekanismien välityksellä. Windlass-mekanismien ansiosta jalkaterä kykenee kävelyn aikana toimimaan jäykkänä vipuvartena, jolloin sen yli on tukeva ponnistaa. Pinnallisen posteriorisen linjan osana plantaarifaskialla saattaa olla

vaikutusta myös jalkaterän yllä oleviin rakenteisiin. (Myers 2009, 75; Sandström & Ahonen 2011, 321.)

5.3.1 Plantaarifaskia kävelyn biomekaniikassa

Plantaarifaskia osallistuu kävelyn askelsykliin windlass-mekanismiin välityksellä. Askelsykli on määritelmä, jolla kuvataan kävelyn eri vaiheita. Se voidaan jakaa kuormitus- ja heilahdusvaiheeseen, jotka jaetaan vielä tarkemmin kahdeksaan eri vaiheeseen. Nämä vaiheet ovat alkukontaktivaihe, kuormitusvastevaihe, keskitukivaihe, päätöstukivaihe, esiheilahdusvaihe, alkuheilahdusvaihe, keskiheilahdusvaihe sekä loppuheilahdusvaihe. (Torkki 2008, 90; Sandström & Ahonen 2011, 297–307.)

Windlass- mekanismilla tarkoitetaan ilmiötä, jossa askelsyklin tietyissä vaiheissa kannan kohotessa ja varpaiden ojentuessa jalkaterän mediaalinen pitkittäiskaari kohoaa ylöspäin. Tämän saa aikaan plantaarifaskian kiristyminen, joka vetää jalkaterän etu- ja takaosaa toisiaan kohti muuttaen jalkaterän jämäkäksi vipuvarreksi. Mekanismilla on tärkeä tehtävä etenkin askelsyklin päätöstukivaiheessa ja esiheilahdusvaiheessa, jolloin koko kehon paino siirtyy jalkaterän etuosalle, ja jalkaterän tarvitsee olla erityisen tukeva. Termi windlass tarkoittaa kirjaimellisesti köyden kiristymistä. Mekanismiin toiminnan voi havaita kohottaessa mitä tahansa varvasta alustalta hieman ylöspäin jalkaterän kannattaessa kehon painoa. Tällöin plantaarifaskia kiristyy ja jalkaterän mediaalinen kaari kohoaa ylöspäin. (Bolglia & Malone 2004, 78; Sandström & Ahonen 2011, 303–306, 321.)

Askelsyklin ensimmäisessä vaiheessa eli alkukontaktivaiheessa kantapää osuu alustalle. Tästä askelsykli etenee jalkaterän kuormituksen siirtyessä jalan lateraalireunaa pitkin etuosaa kohti, kunnes kehon paino on päkiällä. Tätä seuraa päätöstukivaihe, jossa nilkan plantaarifleksorilihasten aktivoituessa kantapää lähtee kohoamaan alustalta. Kantapään kohotessa varpaat painautuvat alustaa vasten ja tapahtuu windlass -mekanismi. Silloin isovarpaan tyvinivelen ojentuessa yli 30 asteen plantaarifaskia alkaa kiertyä metatarsaaliluiden ympärille. Koska plantaarifaskia kiinnittyy varpaiden tyvinivelten distaalipuolelle, se alkaa kiertymisen seurauksena kiristyä. Kiristyessään se vetää kantaluuta eteenpäin kohti jalkaterän etuosaa. Tämän seurauksena jalkaterän keskiosan metatarsaaliniivelt pronatoituvat, ja alempi nilkkanivel supinoituu kääntäen kantaluuta inversioon. Jal-

katerän keskiosan luut ikään kuin kiilautuvat yhteen muodostaen jäykän holvimaisen rakenteen, jolloin jalkaterä ei pääse enää joustamaan, vaan toimii jäykkänä vipuvartena koko kehon painoa kannattaen (kuva 9). (Torkki 2008, 91; Benjamin 2009, 13; Sandström & Ahonen 2011, 321–322.)



KUVA 9. Windlass-mekanismi (Kuva: Villiina Uotila 2014)

Alemman nilkkanivelen kääntyessä supinaatioon liikeketju jatkuu ylöspäin, kun sääriluu sekä sen seurauksena koko alaraaja kääntyvät ulkorotaatioon. Päätöstukivaiheessa kannan kohotus aktivoi myös jalkaterän poikittaista jalkaholvia tukevien lihasten toimintaa. Nämä lihakset pitävät huolta siitä, että jalkaterän etuosa pysyy koossa eikä pääse leviämään kehon painon tullessa päkiälle. Windlass-mekanismiin avulla näiden lihasten toiminta pysyy syklin aikana aktiivisena, ja askel kulkee suoraan päkiän yli. (Torkki 2008, 91; Sandström & Ahonen 2011, 321–322.)

Kun askelsykli etenee päätöstukivaiheesta seuraavaan vaiheeseen, eli esiheilahdusvaiheeseen, koko kehon paino on enää kahden sisemmän varpaan ja päkiän sisimmän reunan päällä. Windlass-mekanismi tehtävänä on mediaalisen kaaren kohottamisen lisäksi stabiloida jalkaterän sisäreunaa sen lähtiessä ponnistamaan alustalta esiheilahdusvaiheen aikana. Jalan sisäreunalla tarkoitetaan 1. sädettä, joka muodostuu veneluusta, vaa-jaluusta ja ensimmäistä metatarsaaliluusta. Ensimmäinen säde on esiheilahdusvaiheessa erittäin tärkeä, koska koko jalkaterän ponnistus kulkee sen kautta. Plantaarifaskia tukee ensimmäistä sädettä olemalla jäykkänä välikappaleena jalkaterän etu- ja takaosan välillä, jolloin jalkaterän pysyy tukevana. Jalkaterän asento esiheilahdusvaiheessa määrää sen, mihin suuntaan alaraaja lähtee heilahdusvaiheessa. (Aquino & Payne 1999, 74; Torkki 2008, 91; Sandström & Ahonen 2011, 319.)

Uusimpien tutkimusten mukaan plantaarifaskian rooli windlass-mekanismissa saattaa olla erilainen kuin nykyään ajatellaan. Carlson, Fleming ja Hutton (2000) tutkivat lääketieteelle testamentatuilla ruumiilla windlass-mekanismia. He stimuloivat askelsyklin päätöstukivaiheen olosuhteet tuottamalla 500 N suuruisen kuorman akillesjänteen läpi. He huomasivat, että kun ensimmäisen varpaan tyvinivel meni yli 30 asteen dorsifleksioon, plantaarifaskian sisäinen jännitys kasvoi. Varpaan tyvinivelen dorsifleksion lisäksi akillesjänteen kautta tuleva kuormitus lisäsi plantaarifaskian jännitystä. Näitä löydöksiä tukevat jo aikaisemmat liikkeen analyysin tutkimukset, joissa windlass-mekanismiin on huomattu aktivoituvan silloin kun ensimmäisen varpaan tyvinivelen dorsifleksio on noin 20 astetta. Näissä tutkimuksissa käytetty malli ei kuitenkaan ole ottanut huomioon jalkaterän sisäisten ja ulkoisten lihasten osallistumista mediaalisen pitkittäiskaaren tukemiseen. (Carlson ym. 2000, 18–25.)

Tutkimuksissa varpaiden pitkien koukistajien, ja etenkin tibialis posteriorin, on huomattu vaikuttavan mediaalisen kaaren tukemiseen. Niiden vaikutus lisääntyi, kun kantaluu on kohonnut alustalta. Sen lisäksi windlass-mekanismiin tuottama mediaalisen pitkittäiskaaren kohoamisen on raportoitu esiintyvän samanaikaisesti jalkaterän sisäisten lihasten korkeimman aktiviteetin, gastrosoleus-lihasten aktiviteetin vähentymisen, vertikaalisen kuormituksen vähentymisen, nilkan plantaarifleksion, horisontaalisen työntövoiman huipun, ja askelsyklin kaksoistukivaiheen alun kanssa. Yhdessä nämä tekijät vähentävät plantaarifaskian sisäistä jännitystä. Täten sen sijaan, että plantaarifaskia tuottaisi windlass-mekanismiin, sen voidaan mahdollisesti ajatella toimivan jalkaterän liikkeen dynaamisena koordinaattorina, joka synkronoi varpaiden dorsifleksion, jalkaterän supinaation ja alaraajan ulkorotaation toistensa kanssa. (Carlson ym. 2000, 18–25.) Aiheesta tarvitaan lisää tutkimustietoa.

Caravaggi ym. (2009) tutkivat plantaarifaskian esijännittymistä kävelyn alkukontaktivaiheen aikana. Tutkimukseen otettiin kolme tervettä henkilöä, joilla ei ollut aikaisempaa historiaa suuremmista alaraajojen vaurioista tai todettuja alaraajojen poikkeavuuksia. Tutkittaville tehtiin ultraäänitutkimus heidän vasempaan jalkateräänsä, minkä pohjalta selvitettiin jokaisen tutkittavan plantaarifaskian tarkka lähtö- ja kiinnityskohta, sekä arvioitiin tutkittavien metatarsaaliluiden päiden säteitä. Tutkittavat laitettiin kävelemään heille normaalilla kävelyvauhdilla voimalevyillä varustettua alustaa pitkin. Voimalevyt mittasivat tutkittavien alaraajojen kinematiikkaa, jonka pohjalta määriteltiin plantaarifaskian jännittyneisyys jokaisesta kävelykerrasta. Tutkittavien jalkateriin laitet-

tiin myös jalan liikerataa mittaavia antureita, joiden tulosten pohjalta luotiin multi-segment rigid-body-malli. Tutkimuksen tuloksena oli, että plantaarifaskia esijännittyy kävelyn alkukontaktivaiheessa. Vaikka tutkimus antaa tästä vahvaa näyttöä, on aihetta tutkittava enemmän, jotta siitä saadaan varmempaa tietoa. Plantaarifaskian esijännittymisellä voi olla vaikutusta askelsyklin varvastyöntövaiheen työntövoimaan. (Caravaggi ym. 2009, 2491–2496.)

5.3.2 Plantaarifaskia jalkaterän proprioseptiikassa

Plantaarifaskian elastisten kudosten määrästä, sen soluväliaineen ominaisuuksista tai sen hermotuksen suuruudesta ei tiedetä vielä oikeastaan mitään. (Stecco ym. 2013, 665.) Stecco ym. (2013) tutkivat plantaarifaskian makro- ja mikroskooppisia ominaisuuksia, sekä plantaarifaskian mahdollista yhteyttä akillesjänteeseen. Tutkimukseen otettiin 12 eri jalkaa, sekä kolme kokonaista ruumista. Tutkimukseen otettiin myös 52 henkilöä, joilla oli epäspesifejä nilkan alueen ja jalkaterän kipua. Elossa olevien tutkittavien jalkaterän takaosasta otettiin magneettikuva, jonka perusteella tutkittiin akillesjänteen ja plantaarifaskian välistä yhteyttä. (Stecco ym. 2013, 666–667.)

Tutkijat löysivät plantaarifaskian sisältä paljon hermopäätteitä, sekä Pacinin ja Ruffinin keräsiä, jotka ovat kehon mekanoreseptoreita. Tämä löydös tarkoittaa, että plantaarifaskia voisi osallistua jalkaterän proprioseptiikkaan, jalkaterän liikkeiden stabilisointiin, sekä kontrolloimiseen. Aikaisemmat tutkimukset thoracolumbaalisesta faskiasta, antebrachiaalisesta faskiasta, sekä crural faskiasta ovat löytäneet samankaltaisia tuloksia näistä faskiarakenteista. (Stecco ym. 2013, 673.)

Plantaarifaskia kiinnittyy moniin lihaksiin ja pystyy sen vuoksi hahmottamaan jalkaterän asennon sekä jalkaterän monien sisäisten lihasten lihassupistuksen vaiheen. Jalkaterän sisäiset lihakset ovat niitä lihaksia, joiden lähtö- ja kiinnityskohta sijaitsee jalkaterän alueella. Jos jalkaterän sisäiset lihakset ovat liiallisesti jännittyneinä, voivat plantaarifaskia ja sen hermopäätteet venyttyä. Plantaarifaskiaa voitaisiin kuvailla valmentajana, joka ohjeistaa jalkapohjan lihaksia ja auttaa koordinoimaan jalkaterän rakenteita liikkeen aikana. (Stecco ym. 2013, 673.)

Kuten aiemmin mainittiin, plantaarifaskian mikroskooppiset tutkimukset ovat vielä alkutekijöissään. Tämän vuoksi tutkimuksia aiheesta tarvitaan lisää ennen kuin tutkimustuloksia voidaan esittää tieteellisesti varmoina faktoina.

5.3.3 Plantaarifaskian yhteys sen yllä oleviin rakenteisiin myofaskiaalisen linjan välityksellä

Plantaarifaskia kiinnittyy kantaluun luukalvoon ja on Myersin (2009) mukaan yhteydessä ja jatkuva kaikkien muiden luukalvoon kiinnittyvien kudosten kanssa. Tämän vuoksi plantaarifaskialla on yhteys akillesjälanteeseen ja sen kautta koko pinnalliseen posterioriseen linjaan (kuva 10). Jalkapohjan ongelmat, kuten plantaarifaskian kireys, heijastuvat yleensä koko pinnalliseen posterioriseen linjaan, koska myofaskiaalisten linjojen säännön mukaan kireys kulkee linjaa pitkin ylös- tai alaspäin. Kiristyneet jalkapohjan rakenteet voivat johtaa plantaarifaskian ja akillesjälanteen jatkuvuuden vuoksi kiristyneisiin pohjelihaksiin, korostuneen lanneselän notkoon, sekä rintarangan jatkuvaan hyperekstension. (Myers 2009, 75–76, 78.)



KUVA 10. Plantaarifaskia on jatkuva akillesjälanteen kanssa (Myers 2009, 78)

Pinnallisen posteriorisen linjan yhteneväisyyttä havainnollistaa seuraava testi. Henkilö suorittaa eteentaivutuksen polvet suorina ja kurkottaa kohti varpaitaan. Hän kiinnittää huomiota siihen, miltä taivutus tuntuu molemmilla puolilla selkärankaa. Tämän jälkeen hän pyörittää tennispalloa jalkapohjaansa vasten muutaman minuutin ajan. Koko jalkapohja on käytävä hyvin läpi pallon kanssa, jotta koko plantaarifaskia tulee käsitellyksi. Seuraavaksi henkilö kumartuu uudelleen eteentaivutukseen ja tunnustelee mahdollisia hoidon seurauksena syntyneitä puolieroja. Yleensä tässä vaiheessa liikkuvuus hoidetulla puolella on huomattavasti parempi kuin hoitamattomalla puolella. Tämä testi osoittaa, kuinka yhtä pinnallisen posteriorisen linjan osaa hoitamalla voidaan vaikuttaa koko linjan liikkuvuuteen. Jos Myersin teoria todistetaan oikeaksi niin sen seurauksena plantaarifaskialla voi olla merkitystä selän toimintahäiriöiden tutkimisessa ja hoidossa, koska myofaskiaalisten linjojen säännön mukaisesti kipu voi esiintyä eri kohdassa linjaa kuin missä sen aiheuttaja on. (Myers 2009, 77; Myers 2012, 93.)

6 PLANTAARIFASKIA JALKATERÄN TOIMINTAHÄIRIÖISSÄ

Plantaarifaskia osallistuu jalkaterän rakenteiden passiiviseen tukemiseen sekä sen biomekaniikkaan. Tämän vuoksi häiriöt plantaarifaskiassa voivat johtaa erilaisiin jalkaterän häiriöihin. Suljetun kineettisen ketjun ja pinnallisen posteriorisen linjan välityksellä plantaarifaskian häiriöt voivat myös vaikuttaa jalkaterän yllä olevien rakenteiden problematiikkaan. (Myers 2009, 75–76; Sandström & Ahonen 2011, 317.)

6.1 Kiristyneen plantaarifaskian vaikutus jalkaterän rakenteen muutoksiin

Kantaluu työntää pinnallista posteriorista linjaa pois päin nilkkanivelestä, koska linja kulkee kantaluun yli plantaarifaskiasta akillesjänteeseen. Plantaarifaskian, akillesjänteen ja kantaluun muodostaman rakenteen kautta kroonisesti kiristynyt pinnallinen posteriorinen linja voi aiheuttaa ongelmia jalkaterään muuttamalla sen mittasuhteita. Linja voi kiristyä kroonisesti esimerkiksi vääränlaisen ryhdin seurauksena. Kun se on kroonisesti kiristynyt, kiristää se samalla akillesjännettä ja plantaarifaskiaa, jolloin ne työntävät kantaluuta eteenpäin kohti alemmää nilkkaniveltä. Vaihtoehtoisesti kroonisesti kiristynyt pinnallinen posteriorinen linja voi liikuttaa sääri- ja pohjeluuta posteriorisesti telaluuhun nähden, mikä johtaa samaan lopputulokseen kuin kantaluun eteenpäin siirtymisen. (Myers 2009, 79.)

Kantaluun siirtyminen eteenpäin tai sääri- ja pohjeluun siirtyminen posteriorisesti telaluuhun nähden vaikuttavat molemmat jalkapohjan mittasuhteisiin, seisomatukeen ja tätä kautta ihmisen tasapainoon ja seisoma-asentoon (Myers 2009, 79). Myersin (2009) empiiristen kokemusten mukaan jalkaterän muodostama tuki seisoma-asennossa on ideaalinen, kun jalkaterän takaosan ja etuosan suhde toisiinsa on 1:3 tai 1:4 (kuva 11). Jos jalkaterän takaosan ja etuosan suhde toisiinsa on 1:5 tai enemmän, niin jalkapohjan muodostama tuki selän puolelle seisoma-asennossa on alentunut (kuva 12). Koska henkilö tuntee tällöin kaatuvansa helposti taaksepäin normaalissa seisoma-asennossa, johtavat jalkaterän mittasuhteiden muutokset yleensä eteenpäin kallistuneeseen seisoma-asentoon. Eteenpäin kallistunut seisoma-asento kiristää pinnallista posteriorista linjaa entisestään ja hankaloittaa näin ongelmaa. (Myers 2009, 79–80.)



KUVA 11. ja 12. Ensimmäisessä kuvassa jalkaterä, jossa jalan etu- ja takaosan mittasuhteet ovat normaalit. Toisessa kuvassa jalkaterä, jonka kantaluu on siirtynyt eteenpäin pinnallisen posteriorisen linjan kiristymisen seurauksena, jolloin jalkaterän mittasuhteet ovat muuttuneet (Kuvat: Villiina Uotila 2014)

Jalkaterän etu- ja takaosan suhdetta toisiinsa voi tutkia katsomalla henkilön jalkaterää lateraalisesti ja ajattelemalla viivan suoraan alaspäin jalkaterän lateraalisen malleolin edestä henkilön seistessä. Tämän viivan etupuolella on jalkaterän etuosa ja takapuolella jalkaterän takaosa. Etuosan pituus tutkitaan mittaamalla matka lateraalisen malleolin edestä 5. metatarsaalin distaalipäähän. Varvasluut jätetään mittauksesta pois, koska niiden pituus vaihtelee niin paljon henkilöstä riippuen. Jalkaterän takaosan pituus tutkitaan mittaamalla matka lateraalisen malleolin edestä taaksepäin siihen kohtaan, jossa kantapää irtoaa alustasta. Vertaamalla etuosan ja takaosan pituuksia toisiinsa, saadaan niiden välinen suhde ja tätä kautta nähdään, ovatko kyseisen asiakkaan jalkaterän etu- ja takaosa ideaalisessa suhteessa toisiinsa nähden. (Myers 2009, 79.)

Plantaarifaskia kiinnittyessä kantaluun luukalvoon, eikä itse kantaluuhun, voi se kroonisesti kiristyessään aiheuttaa kantaluuhun luupiikin. Jatkuvasti kiristyneenä ja rasituksen alla oleva plantaarifaskia voi kiskoa kantaluun luukalvoa irti kantaluusta niin että kantaluun ja luukalvon väliin muodostuu pieni ”telta”. Luukalvon ja luun välissä on yleensä paljon osteoblasteja, jotka ovat luuta rakentavia soluja. Nämä solut puhdistavat ja uudelleenrakentavat luun ulointa pintaa. Koska osteoblastit on luotu rakentamaan luuta ja

pitämään huolta luun pinnasta, ne on ohjelmoitu täyttämään luukalvon ja luun väliin ilmestynyt ”telta” uudella luulla. Jos plantaarifaskia on jatkuvasti kiristynyt tarpeeksi kauan aikaa, täyttävät kantaluun osteoblastit kantaluun ja luukalvon väliin muodostuneen ”telan” uudella luulla, jolloin kantapään syntyy luupiikki, joka voi aiheuttaa kantapään alueen kiputiloja. (Myers 2009, 77–78.)

6.2 Plantaarifaskian vaikutus häiriöihin kävelyn biomekaniikassa

Plantaarifaskian ja akillesjänteen paksuuntumismuutoksilla on todettu olevan merkittävä vaikutus jalkaterän ja nilkan biomekaniikan muutoksiin windlass –mekanismin välityksellä. D’Ambrogin, Giacomozzin, Macellarin & Ucciolin (2005) tutkimuksessa tutkittiin diabetesta sairastavien henkilöiden jalkaterän toiminnan häiriöitä akillesjänteen, plantaarifaskian ja mtp-nivelten muodostamassa kokonaisuudessa. Tutkimukseen osallistui 61 diabeetikkoa sekä 21 tervettä henkilöä. Tutkittavien plantaarifaskian ja akillesjänteen paksuutta mitattiin ultraäänellä, kävelyn aikaisia jalkaterän ja alustan välisiä biomekaanisia muuttujia painelevyn avulla ja isovarpaan tyvinivelen liikkuvuutta passiivisesti. Diabeetikot olivat otollinen tutkimusryhmä, sillä heillä on todettu usein esiintyvän paksuuntumismuutoksia plantaarifaskiassa ja akillesjänteessä. (D’Ambrogi ym. 2005, 532–539.)

Tutkimuksessa ilmeni, että plantaarifaskian ja akillesjänteen paksuuntuminen vaikutti windlass-mekanismin ennenaikaiseen ja pitkittyneeseen esiintymiseen kävelysyklin aikana. Tästä syystä metatarsaaliluiden päälle tulee ennenaikainen kuormitus kantaiskussa, mikä jatkuu koko kävelysyklin vaiheiden läpi ja pitkittyy askelsyklin esityöntövaiheeseen asti. Windlass-mekanismin ennenaikainen esiintyminen tekee jalkaterästä tavallista jäykemmän, ja siten muuttaa sen ominaisuutta mukautua alustalle. Pitkään jatkuessaan tämä voi johtaa jalkaterän alueen vaivoihin. Pitkittynyt kuormitus lisää paineen kasvua päkiän alueella, josta seuraa kohonnut riski painehaavaumien syntymiseen. (D’Ambrogi ym. 2005, 532–539; Torkki 2008, 91.)

6.3 Plantaarifaskiopatia (ent. plantaarifaskiitti)

Plantaarifaskiopatia on yleisin kantapään alueen kipua aiheuttava tila. Kantapään alueen kipua ilmenee 3,6 % – 7 % koko maailman väestöstä ja se on myös syynä 8 % kaikista juoksuun liittyvistä vammoista. Plantaarifaskiopatiaa esiintyy eniten 40–60 -vuotiailla henkilöillä. Plantaarifaskiopatiaa tutkineet tutkimukset ovat tähän päivään asti keskittyneet lähes kokonaan plantaarifaskiopatian hoitoon, eivätkä tilan syiden tutkimiseen. (Beeson 2014, 160–161.)

Plantaarifaskiopatiaa on aiemmin kutsuttu plantaarifaskiitiksi, mutta viimeaikaiset tutkimukset ovat todenneet, että plantaarifaskiopatiaan harvemmin liittyy plantaarifaskian tulehdustilaa niin kuin aiemmin on ajateltu. Plantaarifaskiopatiaan liittyvät usein plantaarifaskian rappeutumisesta johtuvat mikrotraumat, sekä plantaarifaskian paksuuntuminen. Samanlaisia muutoksia on huomattu muissa jänne- ja ligamenttivaivossa. Plantaarifaskiasta löydetyt rappeutumismuutokset, sekä plantaarifaskiopatian suurempi esiintyvyys vanhemmilla henkilöillä tukevat hypoteesia, jonka mukaan plantaarifaskiopatia johtuu pääasiassa plantaarifaskiaan tulevista, toistuvista mikrotraumoista, jotka johtuvat jalan pitkäkestoisesta kuormituksesta. Koska plantaarifaskiopatiassa esiintyy useimmiten plantaarifaskian mikrotarumojia, eikä tulehdusta, on tultu siihen lopputulokseen, että termi ”faskiopatia” kuvastaa vaivaa paremmin kuin tulehdukseen viittaava termi ”faskiitti”. (Rompe 2009, 100; Kaikkonen, Joukainen & Sahlman 2012, 1777; Beeson 2014, 160–161, 163.)

Plantaarifaskiopatia oireena on yleensä plantaarifaskian lähtökohdassa, eli kantaluun kyhmyssä, esiintyvä kipu. Potilaista 1/3 kokee kipua kuitenkin myös jalkapohjan molemmin puolin. Kipu on yleensä voimakkaampi aamuisin tai pidempiaikaisen liikkumattomuuden jälkeen. Kipu helpottaa yleensä hetken kävelyn jälkeen, mutta pahenee yleensä pidempiaikaisen fyysisen aktiivisuuden (esimerkiksi juoksulenkin tai pidemmän kävelyn) jälkeen. Kipu yleensä myös pahenee päivän aikana lisääntyneen ja jatkuvan jalan kuormituksen takia. Kipu saattaa pahentua, kun oireilevan jalan varpasiin tehdään passiivinen dorsifleksio. Jotkut potilaat saattavat myös valittaa kivun ilmaantuvan aina varpaiden ojentumisen yhteydessä. Tämä johtuu windlass-mekanismista ja sen aiheuttamasta plantaarifaskian rasituksesta. (Rompe 2009, 100; Beeson 2014, 161.)

Kuten jo aiemmin mainittiin, plantaarifaskiopatiaa käsittelevät tutkimukset ovat painotuneet pääasiassa plantaarifaskiopatiale parhaan hoitomuodon löytämiseen, eivätkä niinkään plantaarifaskiopatian syihin. Syyt plantaarifaskiopatiaan ovat todennäköisesti moniosaiset, koska tähän mennessä on raportoitu niin kehon sisäisiä kuin ulkoisia syitä. Yleisimmiksi plantaarifaskiopatian syiksi arvellut tekijät ovat plantaarifaskian liikarastittuminen jalan pitkittyneen kuormituksen takia (esimerkiksi pitkään jatkuvan seisomisen yhteydessä), jalkaterän ylipronaatio, ylipaino, äkillinen liikunnan lisääntyminen, nilkan dorsifleksion liikerajoitukset, jalan takaosan lihasten kireys ja seisominen kovilla alustoilla. Plantaarifaskiopatian etiologia ei ole kuitenkaan tarpeeksi hyvin tutkittu, eikä äsken esitetyille syille ole tarpeeksi tutkimusperäisiä todisteita, jotta niitä voitaisiin pitää varmoina. (Beeson 2014, 162–163.)

Plantaarifaskiopatia on itsestään ajan kanssa parantava vaiva. Yli 80 % plantaarifaskiopatian saaneista kertoo vaivan lähteneen 12 kuukauden aikana riippumatta siitä ovatko he saaneet siihen hoitoa. Ylipainoisilla, sekä myöhään hoitoon hakeutuneilla on suurempi riski pidentyneisiin oireisiin. Vaikka plantaarifaskiopatia paranee itsestään, on se kuitenkin kivulias ja normaaliin, terveelliseen elämänlaatuun vaikuttava vaiva, jonka hoito on täten perusteltua. Plantaarifaskiopatiaa hoidetaan niin konservatiivisesti muun muassa fysioterapialla kuin operatiivisesti. Tutkimukset eivät ole osoittaneet tarpeeksi hyötyjä operatiivisesta hoidosta konservatiiviseen hoitoon nähden, joten plantaarifaskiopatiaa hoidetaan ensisijaisesti konservatiivisesti. (Rompe 2009, 101; Beeson 2014, 161.)

7 YHTEENVETO

Faskia ei ole uusi anatominen löydös, mutta sen merkitystä ihmisen tuki- ja liikuntaelimestössä on alettu ymmärtää paremmin vasta viime vuosina. Faskia on rasvainen, sitkeä, vahva, venyvä ja kommunikoiva materiaali. Sen tehtävänä on suojata kehoa, antaa lihaksille ja keholle niiden ominainen muoto ja toimia mekaanisten voimien välittäjänä. Faskia sitoo jokaisen solun naapuriinsa ja välittää tietoa niiden välillä suoraan solulta solulle. Yhtenäisen rakenteensa vuoksi faskiaverkostossa olevat häiriöt välittyvät koko verkoston läpi sen osasta toiseen. (Ahonen 2013; Sandström & Ahonen 2011, 359.)

Faskia on jakautunut kehossa pinnalliseksi ja syväksi faskiaksi. Faskian sisällä kulkee paljon verisuonia ja hermoja, minkä vuoksi jotkut tutkijat ehdottavat pinnallisen faskian olevan osa ulkoisia ärsykeitä vastaanottavaa järjestelmää. Syvä faskia sisältää hyvän hermotuksen lisäksi Ruffinin ja Pacinin keräsiä, jotka ovat kehon mekanoreseptoreja, minkä vuoksi sen on ehdotettu olevan osa kehon asento- ja liikeaistia eli sen proprioseptistä järjestelmää. (Stecco 2011, 127–133.)

Faskiaverkoston voimansiirrosta on esitetty useita malleja, jotka kaikki perustuvat pääasiassa luojansa empiirisiin kokemuksiin, joita neurologiset ja fysiologiset teorit täydentävät. Thomas Myersin Anatomy Trains on yksi voimansiirron malli, jossa voima siirtyy faskiaverkostossa olevien myofaskiaalisten linjojen kautta. Yksi kahdestatoista myofaskiaalisesta linjasta on nimeltään pinnallinen posteriorinen linja, joka yhdistää ja suojelee kehon selkäpuolta kuin selkäkilpi jalkapohjista pääläelle saakka. (Myers 2012, 133; Richter 2012, 123.)

Plantaarifaskia on pinnallisen posteriorisen linjan alin rakenne ja näin yhteydessä kehon ylempiin osiin. Plantaarifaskia kiinnittyy kantaluun luukalvoon ja on näin yhteydessä kaikkeen muuhun kantaluun luukalvoon kiinnittyvän kanssa. Tätä kautta plantaarifaskia on yhteydessä akillesjänteeseen ja koko pinnalliseen posterioriseen linjaan. Jalkaterän ongelmat, kuten plantaarifaskian kireys, heijastuvat yleensä koko pinnalliseen posterioriseen linjaan plantaarifaskian ja akillesjänteen kautta. Tämä johtaa muun muassa kiristyneisiin pohjelihaksiin, korostuneeseen lanneselän notkoon, sekä rintarangan jatkuvaan hyperekstension. (Myers 2009, 75–76, 78.)

Plantaarifaskia-termille on kolme määritelmää, jotka eroavat toisistaan sen perusteella mitä osia plantaarifaskiaan kuuluu ja onko se faskia vai aponeuroosi. Viimeisimmän tutkimuksen mukaan plantaarifaskia on faskiarakenne koostumuksensa vuoksi ja siihen kuuluu mediaalinen, sentraalinen ja lateraalinen osa (Stecco 2013, 673).

Plantaarifaskia-aiheiset tutkimukset ovat keskittyneet pääasiassa plantaarifaskian biomekaniikan tutkimiseen, eivätkä niinkään sen anatomian ja kudosten selvittämiseen. Tämän takia esimerkiksi plantaarifaskian hermotuksen laajuutta ei tiedetä tarkasti. Viimeisimmät tutkimukset ovat todenneet plantaarifaskian olevan paremmin hermotettu kuin ennen on ajateltu. Tutkijat ovat löytäneet plantaarifaskian sisältä Ruffinin ja Pacinin keräsiä, minkä vuoksi plantaarifaskia saattaa toimia aktiivisena aistivana elimenä, joka pystyy muuttamaan rakennettaan vastatakseen kehon ulkopuolelta tuleviin ärsykeisiin. (Stecco ym. 2013, 673.)

Plantaarifaskia lähtee kantaluun kyhmystä, kulkee jalkapohjaa pitkin ja kiinnittyy päkiän alle. Plantaarifaskiassa on mediaalinen, sentraalinen ja lateraalinen osa. Mediaalinen osa on osista ohuin ja se lähtee sentraalisen osan keskivaiheilta kiinnittyen jalan mediaalisen puolen syvään faskiakerrokseen. Sentraalinen osa on osista paksuin, vahvin ja tärkein. Se lähtee kantaluun kyhmyn mediaaliselta puolelta, jakautuu metatarsaaliluiden puolella välissä viiteen säikeeseen ja kiinnittyy päkiän alapuolelle. Lateraalinen osa lähtee kantaluun kyhmystä, kulkee jalkapohjan läpi ja kiinnittyy päkiän ulkoreunalle. Lateraalinen osa rakenne vaihtelee paljon henkilöstä riippuen, 12 % ihmisistä sitä ei ole lainkaan. (Wearing ym. 2006, 587–588; Wearing 2012, 253; Falkner-Heylings 2014, 1.)

Plantaarifaskialla on merkittävä tehtävä jalkaterän rakenteessa ja toiminnassa. Se osallistuu jalkaterälle tärkeiden kaarirakenteiden tukemiseen ja on osana normaalille kävelylle välttämättömässä windlass-mekanismissa. Viimeisten tutkimusten mukaan plantaarifaskia osallistuu mahdollisesti myös jalkaterän poikittaisten kaarien tukemiseen, joten sen merkitys jalkaterän rakenteissa saattaa olla luultua suurempi. (Wangdo & Arkady 1995, 1025.)

Windlass-mekanismi ylläpitää mediaalisen pitkittäisholvin kaarimaisen muodon läpi askelsyklin eri vaiheiden. Sillä on tärkeä tehtävä etenkin askelsyklin päätöstuki- ja esiheilahdusvaiheessa, joissa jalkaterän on toimittava jäykkänä vipuvartena. Häiriöt windlass-mekanismissa voivat johtaa jalkaterän biomekaniikan muutoksiin ja tätä kautta

vaikuttaa normaaliin kävelyyn. Plantaarifaskian tehtävä windlass-mekanismissa on toimia jäykkänä välikappaleena jalkaterän etu- ja takaosan välissä estäen näin niiden erkanemista toisistaan ja mahdollistaen mediaalisen pitkittäisholvin muodon säilymisen. (Torkki 2008, 91.)

Plantaarifaskiopatia (ent. plantaarifaskiitti) on yleisin kantapään alueen kipua aiheuttava tila. Plantaarifaskiopatia-aiheiset tutkimukset ovat keskittyneet pääasiassa tilan hoitoon, eikä sen etiologiaa ole tutkittu kovin paljoa. Siihen liittyvät yleensä plantaarifaskian rappeutumisesta johtuvat mikrotraumat, sekä plantaarifaskian paksuuntuminen. Koska plantaarifaskiopatiassa esiintyy useimmiten mikrotraumoja kuin tulehdusta, on tultu siihen tulokseen, että termi ”faskiopatia” kuvastaa vaivaa paremmin kuin tulehdukseen viittaava termi ”faskiitti”. Plantaarifaskiopatia paranee yleensä itsenäisesti, mutta sitä hoidetaan kuitenkin sekä konservatiivisesti että operatiivisesti, sillä vaiva on usein kivulias ja vaikuttaa normaaliin, terveelliseen elämänlaatuun. Tutkimukset eivät ole osoittaneet eroja konservatiivisen ja operatiivisen hoidon hyödyissä, joten vaivaa hoidetaan nykyään ensisijaisesti konservatiivisesti. (Rompe 2009, 101, Beeson 2014, 161.)

Koska plantaarifaskian anatomiaa ja histologiaa selvittäviä tutkimuksia on vielä melko vähän, tarvitaan niitä lisää, jotta plantaarifaskian roolista kehon rakenteessa ja toiminnassa saadaan tieteellisesti varmoja tuloksia. Tällä hetkellä tutkimuksia on niin vähän, että niiden perusteella ei voida vielä tehdä luotettavia johtopäätöksiä. Uusimpien tutkimusten mukaan plantaarifaskialla voi kuitenkin olla merkittävämpi rooli jalkaterän biomekaniikassa kuin aikaisemmin on ajateltu. (Stecco ym. 2013, 665–666.) Koska jalkaterän häiriöt johtuvat usein sen biomekaniikan häiriöistä, on fysioterapeutin hyvä tuntea plantaarifaskian rakenne ja toiminta (Torkki 2008, 91).

8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä suomenkielistä tietoa plantaarifaskiasta osana kehon rakennetta ja toimintaa. Sen tarkoituksena oli tuottaa kirjallisuuskatsauksen muodossa suomenkielistä materiaalia, joka on suunnattu fysioterapeuttien ja fysioterapeuttiopiskelijoiden käyttöön. Mielestämme opinnäytetyön tavoite toteutui, sillä onnistuimme tuomaan esiin uutta tutkimuksiin perustuvaa tietoa, jota emme löytäneet suomenkielisestä materiaalista. Opinnäytetyömme vastasi hyvin kaikkiin sille asetettuihin tutkimuskysymyksiin.

Käytimme opinnäytetyön lähteinä mahdollisimman uusia, aihetta käsitteleviä tutkimuksia ja julkaisuja. Opinnäytetyötä tehdessä huomasimme, kuinka vähän aiheesta on vielä tähän päivään mennessä saatu tieteellisesti varmaa faktaa. Stecco ym. (2013) mukaan plantaarifaskian biomekaanisia ominaisuuksia on tutkittu melko hyvin, mutta sen anatomiaa ja histologiaa ei ole vielä tutkittu tarpeeksi. Mielestämme onnistuimme kuitenkin löytämään hyviä lähteitä, joiden luotettavuutta arvioimme etenkin tutkimusten taustan ja tutkimusmetodien perusteella. Suosimme tutkimuksia, jotka olivat kokeneiden faskia-aiheeseen perehtyneiden tutkijoiden toteuttamia.

Opinnäytetyöprosessin aikana ymmärsimme, kuinka ajankohtainen aiheemme todella onkaan. Plantaarifaskiaa on alettu tutkia tarkemmin vasta viime vuosina, ja tutkijatkin ovat vasta alkaneet ymmärtää sen roolia kehossa. Jännittävää onkin, kuinka suuri rooli plantaarifaskialla kehon toiminnassa onkaan. Tämä asetti meille kuitenkin myös haasteita, ja sai meidät pohtimaan opinnäytetyömme luotettavuutta, koska aiheesta oli vielä niin vähän varmaa tietoa saatavilla. Yritimme tuoda kirjallisuuskatsauksessamme esille, että sen sisältämä tieto on vielä tutkimuksen alla, ja siten lisätä opinnäytetyömme luotettavuutta.

Aiheen tuoreus asetti meille haasteita myös sen kannalta, että tutkijoilla on hyvin eriäviä mielipiteitä etenkin siitä, mitä plantaarifaskiaan kuuluu, ja miten määritellä plantaarifaskia ja aponeuroosi. Opinnäytetyössämme toimimme näitä ristiriitoja esiin, ja määrittelimme plantaarifaskian tässä työssä uusimpien tutkimustulosten mukaan.

Opinnäytetyömme osuus myofaskiaalisista linjoista pohjautui kokonaan Thomas Myersin luomaan Anatomy Trains -malliin faskian voimansiirrosta. Se pohjautuu suurelta osin kliinisiin päätelmiin, empiirisiin tutkimuksiin ja alkuvaiheessa oleviin dissektioihin. Tutkimustieto aiheesta on kuitenkin vielä vähäistä. Myersin teorialla on omat kannattajansa, ja hänen tutkimuksensa ovat saavuttaneet uskottavuutta faskiatutkimusten joukossa. Tästä syystä annoimme Myersin teorialle opinnäytetyössämme melko suuren roolin. Se saattaa kuitenkin viedä opinnäytetyöltämme luotettavuutta, mikäli hänen teorian sa tulevaisuudessa kumotaan.

Opinnäytetyön työmäärä ja vastuu jakautui tekijöiden kesken tasaisesti. Molemmat etsivät lähteitä tasapuolisesti ja kirjoitusprosessin toteutimme yhdessä. Kahdestaan työskentely oli ainoastaan positiivista, sillä pystyimme syventymään aiheeseen paremmin kuin yksin. Opinnäytetyön aiheen valinta ja rajaus onnistuivat mielestämme hyvin. Haasteita asetti faskia-osuuden rajaaminen, sillä siitä löytyy tällä hetkellä todella runsaasti uutta tutkimustietoa. Lisäksi faskia on aiheena fysioterapeuteille tuore, joten rajan asettaminen siihen, mikä on opinnäytetyömme kannalta oleellista kertoa, oli haastavaa. Opinnäytetyöllemme on monia jatkotutkimusmahdollisuuksia, sillä esimerkiksi plantaarifaskian hoitoa ja fysioterapiaa emme tässä työssä käsitelleet lainkaan.

Tämän opinnäytetyön tekeminen antoi meille paljon uudenlaista näkökulmaa alaraajan toimintaan. Sen lisäksi, että opimme kokonaan uuden rakenteen, syvensimme myös tietoaamme etenkin faskiasta ja jalkaterän biomekaniikasta. Tämä työ herätti meidät pohtimaan, kuinka tärkeää omaa teorian tietoaan on päivittää läpi koko työuran ajan, koska tämän alan teorian tieto päivittyy koko ajan.

LÄHTEET

Aquino, A. & Payne, C. 1999. Function of the plantar fascia. *The Foot* 9/1999, 73–78. Read 13.8.2014.

http://ac.els-cdn.com/S0958259299905205/1-s2.0-S0958259299905205-main.pdf?_tid=3cd80fb4-2837-11e4-b8d9-00000aab0f02&acdnat=1408518023_6aed85805dd1dc0a5fc7246e09729392.

Ahonen, J. (toim.), Fogelholm, M., Haapalainen, J., Hautala, A., Immonen, S., Jansson, L., Kangas, J., Laukkanen, R., Perttunen J., Sandström, M., Ström, T., Tossavainen, M. & Vilponen, M. 1998. Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Ahonen, J. 2004. Alaraajojen rakenne ja toiminta. Teoksessa Liukkonen, I. & Saarikoski R. (toim.) *Jalat ja terveys*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 66–109.

Ahonen, J. Fysioterapeutti. 2013. Alaraajan toiminnallinen tutkiminen. Workshop. FY-SI-päivät 24.4.2013. Tampere.

Ahonen, J. Fysioterapeutti. 2013. Faskioiden merkitys alaraajan voimantuotossa ja vammojen kuntoutuksessa. Luento. FYSI-päivät 24.4.2013. Tampere.

Ayres, A. 2013. Plantar fascia and the windlass mechanism. Read 15.8.2014. <http://ayrespodiatry.com/plantar-fascia-and-the-windlass-mechanism/>.

Beeson, P. 2014. Plantar fasciopathy: Revisiting the risk factors. *Foot and ankle surgery* 20/2014, 160-165. Read 1.8.2014.

Benjamin, M. 2009. The fascia of the limbs and back – a review. *Journal of Anatomy* 214, 1–18. Read 18.8.2014.

Bolgia, L. A. & Malone, T. R. 2004. Plantar Fasciitis and the Windlass Mechanism: A Biomechanical Link to Clinical Practice. *Journal of Athletic Training* 39 (1), 77-82. Read 12.8.2014.

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC385265/pdf/attr_39_01_0077.pdf.

Carlson, R., Fleming, L. & Hutton, W. 2000. The biomechanical relationship between the tendoachilles, plantar fascia and metatarsophalangeal joint dorsiflexion angle. *Foot Ankle int.* 21 (1), 18–25. Read 16.8.2014.

Cavaraggi, P., Pataky, T., Goulermas, J., Savage, R. & Crompton, R. 2009. A dynamic model of the windlass mechanism of the foot: evidence for early stance phase preloading of the plantar aponeurosis. *The Journal of Experimental Biology* 212, 2491–2499. Read 15.8.2014.

<http://jeb.biologists.org/content/212/15/2491.full.pdf+html>.

D’Ambrogio, Giacomozzin, Macellarin & Uccioli. 2005. Does the thickening of Achilles tendon and plantar fascia contribute to the alteration of diabetic foot loading?. *Clinical Biomechanics* 20/2005, 532–539. Read 15.8.2014.

http://helios.uta.fi:2100/S0268003305000288/1-s2.0-S0268003305000288-main.pdf?_tid=ef40a53e-7626-11e4-a77c-00000aab0f6b&acdnat=1417087212_f00b15bea50a80f49c6874dc538937e2.

Falkner-Heylings, J. 2014. The Plantar fascia. Its role in the facilitation of human gait based on observational and comparative anatomy and with reference to the 'centre of pressure' line. Read 12.8.2014.

<http://www.thealliancepsp.com/CPD/THE%20PLANTAR%20FASCIA%20IN%20GAIT%202014.pdf>.

Griffith, I. 2010. The transverse metatarsal arch. Read 26.6.2014.

<http://sportspodiatryinfo.wordpress.com/2010/08/09/the-transverse-metatarsal-arch/>.

Huijing, P. A., Maas, H., Baan, G. C. 2003. Compartmental Fasciotomy and Isolating a Muscle From Neighboring Muscles Interfere With Myofascial Force Transmission Within the Rat Anterior Crural Compartment. *Journal of Morphology* 256, 306–321. Read 1.8.2014. <http://helios.uta.fi:2103/doi/10.1002/jmor.10097/pdf>.

Huijing, P. A. 2012. Force transmission and muscle mechanics. General principles. 2nd edition. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. (ed.) *Fascia. The tensional network of the human body*. Elsevier Ltd: Edinburgh, 113-115.

Kaikkonen, M., Joukainen, A. & Sahlman, J. 2012. Jalkapohjan kalvojänteen rappeuman hoito. *Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim* 128 (17), 1777-1785.

Kim, P. J., Richey, J-M., Wissman, L. R. & Steinberj, J. S. 2010. The Variability of the Achilles Tendon Insertion: A Cadaveric Examination. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* 49/2010, 417–420. Read 20.8.2014.

http://ac.els-cdn.com/S1067251610001894/1-s2.0-S1067251610001894-main.pdf?_tid=0536c0b8-2d15-11e4-8bfc-00000aab0f6b&acdnat=1409053083_3aaca97604a92e2ef464138e3f8570a3.

Kim, P. J., Richey, J-M., Wissman, L. R. & Steinberj, J. S. 2011. Variability of Insertion of the Achilles Tendon on the Calcaneus: An MRI Study of Younger Subjects. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* 50/2011, 41-43. Read 20.8.2014.

http://ac.els-cdn.com/S1067251610004072/1-s2.0-S1067251610004072-main.pdf?_tid=c470cb82-2d1e-11e4-a218-00000aab0f01&acdnat=1409057269_b6e412b2e6e5a7197c36a9bc0bae7524.

McNally, E. & Shetty, S. 2010. Plantar fascia: Imaging Diagnosis and Guided Treatment. 334-340. Read 14.8.2014.

<http://blog.utp.edu.co/internaumana/files/2010/10/Plantar-Fascia-Imaging-Diagnosis-and-Guided.pdf>.

Myers, T. 2009. *Anatomy Trains. Myofascial meridians for manual and movement therapists*. 2. painos. Elsevier Limited.

Myers, T. 2012. *Anatomy Trains and force transmission*. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. *Fascia. The tensional network of the human body*. 2.painos. Elsevier Ltd, 131–136.

- Neumann, D. 2002. Kinesiology of musculoskeletal system. Foundations for physical rehabilitation. Mosby Inc.:St Louis.
- Richter, P. 2012. Myofascial chains. A review of different models. 2nd edition. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. (ed.) Fascia. The tensional network of the human body. Elsevier Ltd: Edinburgh, 123–130.
- Rompe. J. D. 2009. Plantar fasciopathy. Sports Med Arthrosc Rev 17 (2). Read 1.8.2014.
- Sakalauskaitė, R. & Satkunskienė, D. 2012. The foot arch and viscoelastic properties of plantar fascia and Achilles tendon. Journal of Vibroengineering 14 (4). Read 21.7.2014.
- Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus?. Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Luettu 2.11.2013.
http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf.
- Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. (ed.) 2012. Fascia. The tensional network of the human body. 2nd edition. Elsevier Ltd: Edinburgh.
- Schleip, R., Jäger, H. & Klinger, W. 2012. What is 'fascia'? A review of different nomenclatures. Journal of Bodywork & Movement Therapies 16/2012, 496-502. Read 15.5.2014.
http://www.fasciaresearch.de/Schleip2012_FasciaNomenclatures.pdf.
- Stecco, C., Macchi, V., Porzionato, A., Duparc, F. & De Caro, R. 2011. The fascia: the forgotten structure. Italian journal of anatomy and embryology 3/2011, 127-138. Read 1.8.2014.
<http://www.fupress.net/index.php/ijae/article/view/10683/10083>.
- Stecco, C., Corradin, M., Macchi, V., Morra, A., Porzionato, A., Biz, C. & De Caro, R. 2013. Plantar fascia anatomy and its relationship with Achilles tendon and paratenon. Journal of anatomy 223, 665-676. Read 20.8.2014.
- Torkki, M. 2008. Jalkaterän biomekaniikan perusteista. Suomen Ortopedia ja Traumatologia 31 (1), 90-91. Luettu 12.8.2014. <http://www.soy.fi/sot-lehti/1-2008/25.pdf>
- Wangdo, K. & Arkady, V. 1995. Role of plantar fascia in the load bearing capacity of the human foot. J. Biomechanics 28 (9), 1025-1033. Read 12.8.2014.
<http://web.mit.edu/kdrinkwa/Public/PFloadbearing.pdf>.
- Wearing, S. 2012. Anatomy of the plantar fascia. 2nd edition. Teoksessa Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L. & Huijing, P. (ed.) Fascia. The tensional network of the human body. Elsevier Ltd: Edinburgh, 253-261.
- Wearing, S. C., Smeathers, J. E., Urry, S. R., Henning, E. M. & Hills, A. P. 2006. The Pathomechanics of Plantar Fasciitis. Sports Med. 36 (7), 585-611. Read 1.8.2014.
http://www.researchgate.net/publication/6988946_The_pathomechanics_of_plantar_fasciitis.