



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

NILKAN FASKIAALINEN LIIKKEENHAL- LINTA

Noora Heikkilä

Jenna Silvasvuori

Opinnäytetyö
Marraskuu 2018
Fysioterapeuttikoulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Fysioterapeuttikoulutus

HEIKKILÄ, NOORA & SILVASVUORI, JENNA:
Nilkan faskiaalinen liikkeenhallinta

Opinnäytetyö 52 sivua.
Marraskuu 2018

Faskian rakennetta on tutkittu paljon viime vuosien aikana. Erilliset tutkimukset ovat tuoneet julki uusia rakenteellisia ja toimintaan vaikuttavia ominaisuuksia, jotka ovat yhteydessä nilkan faskiarakenteeseen ja sitä kautta liikkeenhallintaan. Opinnäytetyössä haluttiin koota yhtenäisen teoksen, jossa viimeisimpien tutkimusten avulla saatu tieto on kaikkien saatavilla.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä kirjallisuuden kautta suomenkielistä tietoa faskiasta, nilkan faskiarakenteesta sekä sen vaikutuksista nilkan liikkeenhallintaan. Työn metodiksi valittiin kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Eri tietokantojen avulla selvitettiin saatavilla olevia tutkimusartikkeleita, kirjallisuutta sekä muuta mahdollista materiaalia aiheestamme. Pyrittiin löytämään materiaalia, joka vastasi parhaalla mahdollisella tavalla opinnäytetyötä ohjaaviin tutkimuskysymyksiin.

Tutkimustulosten perusteella rakenteessa on havaittu olevan vaihtelevuutta faskian sijainnin ja tarvittavien toimintojen mukaan. Faskian toimintaan vaikuttavat kehon rakenteet ja niiden muodostamat vaatimukset liikkeen näkökulmasta. Nilkassa faskiarakenne ottaa muotonsa retinaculumina, jotka ohjaavat nilkan liikettä tukien lihasten ja jänteiden kulua. Retinaculumissa on huomattava määrä proprioseptoreita, jotka antavat keskushermostolle tietoa nilkan asennosta ja liikkeistä. Proprioseptoreiden avulla voidaan kontrolloida sekä korjata nilkan asentoa, joka on yhteydessä tasapainon hallintaan ja lihastyöhön alaraajassa.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että faskia kiinnostaa tutkijoita edelleen. Uusien rakennusaineiden löytyminen ja niiden vaikutukset faskian ominaisuuksiin ovat yhä tutkimusten kohteena. Faskia rakenteena on ulottuva ja monitahoinen, ja se on noussut jopa käsitteeksi koko kehon suurimpana aistinelimenä. Nilkan faskiarakenteen ollessa hyvin proprioseptista aluetta voidaan olettaa, että viestin kulku nilkan ja keskushermoston välillä on vilkasta. Tämä viestin kulku on suuressa roolissa nilkan faskiaalisessa liikkeenhallinnassa.

Asiasanat: faskia, faskiarakenne, nilkkanivel, liikkeenhallinta, proprioseptiikka, retinaculum

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Physiotherapy

HEIKKILÄ, NOORA & SILVASVUORI, JENNA:
Fascial Movement Management of the Ankle

Bachelor's thesis 52 pages.
November 2018

The purpose of this study was to collect information about fascia, the fascial structure of the ankle and its effect on managing the movements of the ankle.

This study was conducted by means of a descriptive literature review. The data were collected from various electronic databases and it consists of recent research articles and literature. The data were gathered from the perspective of the research questions.

These results suggest that the fascia has diversity considering its location and function needed. Body structures and their requirements affect to the function of fascia. In the ankle fascia is formed as retinacula, which controls the movement and supports the tendons and muscles of the ankle. There is an abundant amount of proprioceptors in the ankle retinacula that provide information about the position and movement of the ankle to central nervous system. The position of the ankle can be controlled and fixed by the proprioceptors, which is connected to balance management and muscle work in lower limb.

The findings indicate that the information flow between the ankle and central nervous system is vivid because of the abundance of proprioceptors in the ankle retinacula. This message flow plays a significant role in the fascial movement management of the ankle.

Key words: fascia, fascial structure, ankle joint, movement management, proprioception, retinaculum

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS.....	7
3	OPINNÄYTETYÖN RAJAUS JA TOTEUTUS.....	8
	3.1 Tutkimusmenetelmä.....	8
	3.2 Aineiston keruu.....	9
	3.3 Opinnäytetyöprosessi.....	9
4	FASKIA.....	11
	4.1 Faskian määritelmä.....	11
	4.2 Faskian rakenne.....	11
	4.3 Faskian rakennusaineita.....	14
	4.4 Pinnallinen faskia.....	17
	4.5 Syvä faskia.....	18
	4.6 Epimysium, endomysium ja perimysium.....	19
	4.7 Sidekudos.....	21
	4.7.1 Löyhä sidekudos.....	21
	4.7.2 Tiukkasäikeinen sidekudos.....	22
5	NILKAN RAKENNE.....	24
	5.1 Toiminnallinen anatomia.....	24
	5.1.1 Ylempi ja alempi nilkkanivel.....	24
	5.1.2 Nilkan nivelsiteet.....	26
	5.2 Nilkan faskiarakenne.....	27
6	NILKAN LIIKE JA FASKIAALINEN LIIKKEENHALLINTA.....	31
	6.1 Liike ja liikkuminen.....	31
	6.2 Nilkan biomekaniikasta.....	32
	6.3 Nilkan toiminta seisoma-asennossa.....	34
	6.4 Nilkan toiminta kävelyssä.....	35
	6.5 Liikkeenhallinta faskian näkökulmasta.....	37
	6.5.1 Faskiaalinen hermotus.....	38
	6.5.2 Faskiaaliset mekanoreseptorit ja proprioseptinen järjestelmä.....	39
7	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	43
8	POHDINTA.....	47
	LÄHTEET.....	50

ERITYISSANASTO

elastiini	kimmoisa kudos, jota esiintyy faskiassa
endomysium	lihassolua ympäröivä kalvo
epimysium	yksittäistä lihasta ympäröivä kalvo
eversio	jalkapohjan kääntyminen lateraalisuuntaan
faskiasyytti	hyaluronihappoa muodostava solu
fibroblasti	kollageenia muodostava solu
inversio	jalkapohjan kääntyminen mediaalisuuntaan
kollageeni	sidekudoksen proteiini, kehon yleisin proteiini
mekanoreseptori	aistinsolu
perimysium	lihassolukimppua ympäröivä kalvo
periosteum	luuta päällystävä sidekudoskalvo
pronaatio	sisäänpäin kiertyminen
proprioseptiikka	asento- ja liikeaisti, sensorista informaatiota raajojen, vartalon ja pään asennosta ja liikkeistä
retinaculum	syvän faskian paksuuntuma nivelessä
supinaatio	uloospäin kiertyminen
telosyytti	kehon kudosten rakennusaine
tensegriteetti	kehon muodostama jatkumo, joka on yhteydessä kaikkeen liikkumiseen

1 JOHDANTO

Faskia on sidekudostyyppi. Kaikki sidekudos ei ole faskiaa, mutta kaikki faskia on sidekudosta. Se on koko kehon kattava verkko, joka pitää meidät kasassa ja ylläpitää kehon normaaleja sekä terveytemme vaatimia toimintoja. Faskiaa voi kuvata kolmiulotteiseksi kudoksetverkoksi, joka ulottuu päästä varpaisiin, edestä taakse ja sisältä ulospäin. Se yhdistää kehon eri osia, jolloin kaikki faskia on yhtenäistä kudosta, joka ei lopu tai esiinny irrallisina paloina. (Wylde 2017, 6.)

Kiinnostus aiheeseen lähti liikkeelle muutamasta opintoihin kuuluvasta luennosta. Luennot jättivät paljon kysymyksiä ja ajatuksia mieliimme, joita halusimme tämän opinnäytetyöprosessin aikana käsitellä ja selvittää. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa kattava kirjallisuuskatsaus faskiaalisesta liikkeenhallinnasta. Keskityimme opinnäytetyössä faskian rakenteeseen, nilkan alueen faskiarakenteeseen sekä faskiaaliseen liikkeenhallintaan. Pyrimme käyttämään mahdollisimman uutta tutkimusaineistoa ja kirjallisuutta, jotta työ olisi ajankohtainen ja toisi esille myös uutta, viimeisintä tutkittua tietoa faskiasta ja sen vaikutuksista nilkan alueen liikkeenhallinnassa. Tavoitteenamme oli myös luoda suomenkielinen teos aiheesta, koska vastaavaa teosta ei ole aikaisemmin tehty sekä viimeisin tutkimustieto on vieraskielistä materiaalia. Halusimme koota tutkimusartikkeleiden sisältämän tiedon alan ammattilaisten, opiskelijoiden sekä kaikkien aiheesta kiinnostuneiden saataville opinnäytetyön muodossa.

Opinnäytetyömme käsitteli aihetta nilkan faskiaalinen liikkeenhallinta kolmen isomman kokonaisuuden kautta. Keskityimme työssämme faskian rakenteeseen ja toimintaan, nilkan toiminnalliseen anatomiaan sekä nilkan liikkeenhallintaan faskiaalisesta näkökulmasta. Faskia on monipuolinen ja sijainnistaan riippuvainen rakenne, joka muovautuu kehomme tarpeiden mukaan. Sen ansiosta voimme liikkua suunnitellusti, ylläpitää asentoamme sekä kerätä informaatiota kehossamme tapahtuvista muutoksista. Nilkan anatomia sekä faskiaalinen rakenne retinaculumeineen tarjoaa mielenkiintoisen kokonaisuuden tarkasteltavaksi toiminnallisuuden ja proprioseptisten ominaisuuksien pohjalta.

2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Opinnäytetyömme tavoitteena on kerätä kirjallisuuden kautta tietoa nilkan faskiarakenteesta sekä sen vaikutuksista nilkan liikkeenhallinnassa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa kuvaileva kirjallisuuskatsaus aiheesta nilkan faskiaalinen liikkeenhallinta.

Tutkimuskysymyksiä:

- Minkälainen on faskian rakenne ja toiminta?
- Minkälainen on nilkan toiminnallinen rakenne?
- Minkälainen on nilkkanivelen faskiarakenne ja proprioseptiikka?
- Vaikuttavatko faskian ominaisuudet nilkan liikkeenhallintaan?

3 OPINNÄYTETYÖN RAJAUS JA TOTEUTUS

3.1 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyön menetelmäksi valittiin kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Kyseistä metodia voi luonnehtia yleiskatsaukseksi ilman tiukkoja sääntöjä, siinä käytetyt aineistot ovat laajoja eivätkä aineiston valintaa rajaa metodiset säännöt. Se on yksi yleisimmistä kirjallisuuskatsauksen perustyypeistä, jonka avulla voidaan edetä tutkimuskysymyksestä jäsennettyyn tietoon. Sen avulla ilmiötä voidaan tutkia laaja-alaisesti ja tarvittaessa luokitella sen ominaisuuksia. (Kangasniemi, Utriainen, Ahonen ym. 2013, Salminen 2011.)

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kuvata aiheeseen liittyvää aiempaa tutkimustietoa. Se etsii vastauksia seuraaviin kysymyksiin: mitä ilmiöstä tiedetään sekä mitkä ovat ilmiön keskeiset käsitteet ja niiden väliset suhteet. Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan etsiä uusia ja erilaisia näkökulmia ilmiöön. Tutkimuskysymykset ovat usein väljempiä verrattuna systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen, johon se voi kuitenkin tarjota uusia tutkittavia ilmiöitä. (Kangasniemi ym. 2013, Salminen 2011.)

Tutkimusmenetelmänä kuvaileva kirjallisuuskatsaus voidaan jakaa neljän vaiheen kokonaisuudeksi. Vaiheet ovat tutkimuskysymyksen muodostaminen, aineiston valitseminen, kuvailun rakentaminen ja tuotetun tuloksen tarkasteleminen. Vaiheet etenevät usein järjestyksessä, mutta saattavat esiintyä myös päällekkäin tutkimuksen edetessä. Menetelmän keskeisin ja ohjaavin tekijä on tutkimuskysymys. Kysymys asetetaan kysymysmuotoon, jolloin sitä voidaan tarkastella yhdestä tai useammasta näkökulmasta. Kysymys ohjaa aineiston valintaa, jolloin tarkoituksena on löytää mahdollisimman relevanttia aineistoa vastaamaan kysymykseen. Aineiston valintaa tehtäessä tulee huomioida, että aineiston valinta ja analyysi ovat aineistolähtöisiä sekä tapahtuvat osittain samanaikaisesti. Menetelmän ytimenä toimii käsittelyosa, jonka tavoitteena on esitettyyn tutkimuskysymykseen vastaaminen hankitun aineiston pohjalta laadullisena kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Kuvailun yhteydessä yhdistetään ja analysoidaan sisältöä kriittisesti sekä yhdistetään eri tietolähteiden tietoa. Tämän jälkeen saatuja tuloksia tarkastellaan. Tarkastelu pitää sisällään sekä sisällön että menetelmällisen pohdinnan. Lisäksi se pitää sisällään etiikan ja luotettavuuden arvioinnin. Keskeiset tulokset käydään läpi pohdinnassa, jossa vaiheet kootaan ja tiivistetään yhteen. (Kangasniemi ym. 2013.)

3.2 Aineiston keruu

Opinnäytetyön tiedonhaku suoritimme pääasiassa muun muassa seuraavista tietokannoista: Google Scholar, Google Books, ScienceDirect, PubMed sekä Pedro. Lisäksi käytimme jo olemassa olevaa kirjallisuutta tiedonhaussa. Suurin osa käyttämistämme lähteistä on vieraskielisiä tutkimusartikkeleita. Käyttämiämme hakusanoja olivat fascia, fascial movement control, ankle, fascial system of ankle ja retinaculum. Halusimme keskittyä lähteissä mahdollisimman tuoreeseen tutkittuun materiaaliin. Esimerkiksi työn faskiaosuudessa lähdemateriaali on pyritty rajaamaan viimeiseen kahteen-kolmeen vuoteen, sillä faskiasta saadaan jatkuvasti lisää tutkimustietoa.

Tiedonhaussa käyttämiämme hakusanoja olemme vaihdelleet ja kokeilleet kymmeniä erilaisia. Esimerkiksi jo pelkällä hakusanalla faskia löytyy mistä tahansa tietokannasta tuhansia hakuvaihtoehtoja. Artikkeleiden kirjo vaihtelee laidasta laitaan ja tutkijoita on runsaasti. Tämän vuoksi tiedonhaussa olemme käyttäneet monien hakusanojen yhdistelmiä, esimerkiksi fascial structure of ankle, ankle movement control ja the structure of ankle retinacula. Yksi tiedonhaun kulmakivistä oli vuosilukujen rajaaminen, jonka avulla löysimme hyvin ajankohtaista tutkimustietoa työllemme.

Prosessin alussa keskustelimme paljon faskian parissa työskentelevien asiantuntijoiden kanssa, joilta saimme myös apua työn aiheen rajaukseen sekä tiedonhakuun. Monet asiantuntijat ohjasivat muun muassa tiedonhaussa suuntautumaan Steccon ajatusmaailmaan ja tutkimuksiin faskiasta, sillä he olivat koulutuksissaan käyttäneet lähinnä hänen materiaaliaan aiheesta. Faskian edelläkävijöinä pidetään Myersia ja Steccoa, joiden näkökannat aiheesta saattavat olla aihealueittain eroavaisia. Koimme tarpeelliseksi keskittyä jommankumman näkökantaan, jota kautta saisimme työllemme selkeyttä myös lähteiden perusteella. Opinnäytetyössämme olemme keskittyneet enemmän Steccon näkökantaan faskiasta.

3.3 Opinnäytetyöprosessi

Jo ensimmäisessä opinnäytetöiden aiheita koskevassa seminaarissa tiesimme, että haluamme tehdä opinnäytetyön faskioihin liittyen. Emme tarkalleen tiedäneet, mihin se liittyisi ja kuinka aiheen rajaisimme, mutta päätimme juuri aiheesta saamamme innostuksen ja

mielenkiinnon vuoksi lähteä työstämään opinnäytetyötä tähän suuntaan. Prosessin alussa, touko-syyskuussa 2017, tapasimme ja haastattelimme paljon alan asiantuntijoita sekä faskian parissa työskenteleviä ammattilaisia. Saimme heiltä paljon vinkkejä tiedonhakuun ja aiheen rajaukseen liittyen, sekä vinkkejä siitä, mitkä suuntaukset faskiasta saattaisivat kiinnostaa lukijaa tänä päivänä. Tutkittuamme jo olemassa olevan materiaalin kirjoja sekä asiantuntijoiden vinkkien perusteella valitsimme työllemme aiheeksi faskian merkityksen liikkeenhallinnassa.

Opinnäytetyömme aihe on tiivistynyt ja muuttunut prosessin aikana paljon. Varsinkin rajauksen kanssa koimme ajoittain ongelmia, sillä aihe on laaja ja rajausmahdollisuuksia satoja. Aluksi aiheemme koski faskian merkitystä liikkeenhallinnassa. Tämän jälkeen aiheetta oli vielä syytä rajata suppeammalle alueelle, joten päädyimme nilkkanivelen alueeseen. Alkuperäinen aihe olisi ollut liian laaja ja hankala toteuttaa. Keväällä 2018 opinnäytetyön aiheeksi määrittyi siis nilkan inversiovamman ja faskiaalinen liikkeenhallinta, jonka pohjalta lähdimme tiedonhakuun opinnäytetyösuunnitelman tultua hyväksytyksi. Viimein työmme lopullinen otsikko määrittyi täydelliseksi vasta syyskuussa 2018. Totesimme opinnäytetyöstä tulevan liian laaja, mikäli ottaisimme kantaa nilkan inversiovamman.

Opinnäytetyösuunnitelmamme hyväksyttiin kesäkuussa 2018. Suurin osa opinnäytetyön tiedonhausta ja raportin kirjoittamisesta tapahtui kesä-lokakuussa 2018, sillä päätimme hakea opinnäytetyön palautukselle lisää aikaa. Emme siis pysyneet alkuperäisessä opinnäytetyösuunnitelmassa laaditussa aikataulussa vaan jouduimme muokkaamaan sitä.

Tiedonhakumenetelmät kehittyivät prosessin edetessä. Aluksi emme olleet täysin varmoja, mistä tietokannoista tutkimusartikkeleita olisi hyvä hakea. Vaikeuksia tuotti myös päästä artikkeleihin käsiksi, kunnes löysimme Tampereen ammattikorkeakoulun kirjaston kaukohakupalvelun. Kirjaston kaukohakupalvelun sekä kirjahankintojen avulla löysimme hyvin ajankohtaista ja tarkoituksenmukaista lähdemateriaalia työhömmme.

4 FASKIA

4.1 Faskian määritelmä

Faskiaa on yritetty määritellä useaan otteeseen eri organisaatioiden tasolta. The Federative Committee Anatomical Terminology määritteli faskian 1998 pinnalliseen ja syvään faskiaan. Pinnallinen faskia on ymmärretty ”koko löyhä kerros ihonalaiskudosta, joka makaa tiukemman syvän faskian päällä”. Vuonna 2011 The Federative International Program Anatomical Terminologies määritteli faskian: ”faskia tarkoittaa vaippaa, arkkia tai muiden sidekalvojen yhdistymistä kudokseksi, joka ihon alla kiinnittää, liittää erilliset lihakset ja muut sisäiset elimet yhteen”. (Borboni, Marelli, Morabito, Castagna ym. 2018.)

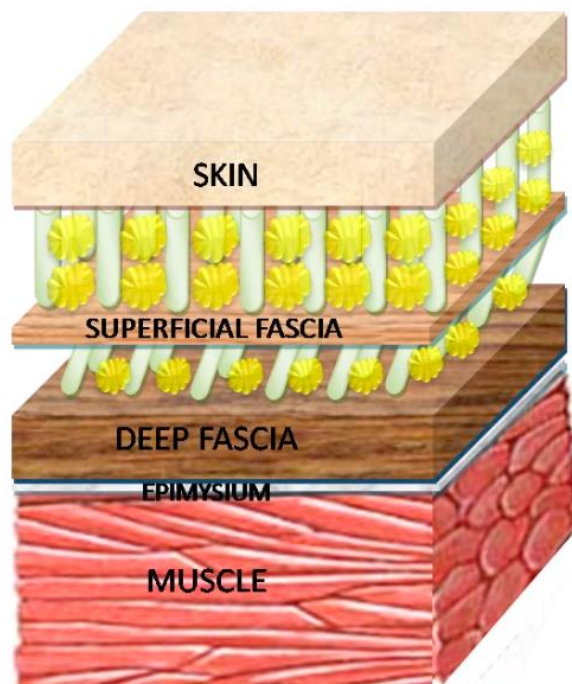
Kolmannen määritelmän on tehnyt The Fascia Nomenclature Committee 2014, jonka määritelmän mukaan ”faskiajärjestelmä käsittää kolmiulotteisen jatkumon pehmeää, kollageenia sisältävää, löyhää ja tiukkasäikeistä sidekudosta, joka läpäisee koko kehon. Se käsittää elementtejä, kuten rasvakudosta, elinten sidekudosta ja neurovaskulaarisia tuppeja, aponeurooseja, syvää ja pinnallista faskiaa, hermotuppia, nivelkapseleita, ligamenteja, sidekudoskalvoja, myofaskiaalisia laajentumia, periosteaa, retinakulumia, septumia, jänteitä, sisäelimiä ympäröivää faskiaa, ja kaikkia lihaksensisäisiä ja lihasten välisiä sidekudoksia, sisältäen endo-, peri- ja epimysiumin. Faskiajärjestelmä läpäisee ja ympäröi kaikkia elimiä, lihaksia, luita ja hermosäikeitä, antaen keholle sen toiminnallisen rakenteen sekä huolehtien ympäristöstä, joka mahdollistaa kehon järjestelmien toimia yhtenäisesti.” (Borboni ym. 2018.)

4.2 Faskian rakenne

Faskiakudos ulottuu kaikkialle kehossa; se luo monia kerroksia eri syvyyksiin ja muodostaen kolmiulotteisen metabolisen ja mekaanisen matriisin (Borboni, Marelli, Morabito & Sacconi 2017, 337-338). Sillä on sekä yleisluontoisia että erikoistuneita toimintoja ihmiskehossa. Faskia on yhtenäinen lakana tai panta säikeistä sidekudosta, joka lokeroi, erottaa tai sitoo yhteen lihakset, elimet ja muut kehon pehmytkudokset. Alun perin aja-

teltiin, että ihmiskehon faskia on passiivinen rakenne, joka pitää kudoksia yhdessä ja siirtää mekaanisia voimia. Nykyään tätä konseptia pidetään vanhentuneena ja viime vuosien tutkimukset ovat osoittaneet faskian osallistuvan liikkeeseen, koordinaatioon, kipuun ja vammoihin. Syvän faskian ja lihasten yhteydet ovat jatkuvia ja niillä on tarkka järjestys. (Varghese & Hari Priva, 2017.)

Faskia voi näyttää tasaiselta kerrokselta, mutta sen rakenne on monimutkainen. Rakenne mahdollistaa faskian vahvuuden, voimansiirron ja venyvyyden tarvittaessa. Faskian rakenne vaihtelee sen sijainnin mukaan. Joissain paikoissa säikeet ovat epäjärjestyksessä ja toisissa täysin järjestäytyneet samaan suuntaan. Muiden kudosten kanssa faskia luo tensegriteettisen rakenteen. Tensegriteetillä tarkoitetaan jännityksen lisääntymistä yhdessä kohtaa kehoa, joka johtaa jännityksen lisääntymiseen muillakin alueilla. Solu käyttää tensegriteettiä ylläpitääkseen muotonsa sekä myös muissa toiminnoissaan. Tensegriteetti on olennainen osa ihmiskehon rakennetta, sillä jännityksen siirtyessä muillekin alueille, koko keho osallistuu liikkeen tuottoon. (Wylde 2017, 14-15; Clayton 2017, 31.)



KUVA 1. Faskian kerrokset. (Stecco ym. 2011.)

Varghese & Hari Privan (2017) mukaan faskia koostuu kolmesta olennaisesta sidekudoskerroksesta: pinnallinen faskia, syvä faskia ja epimysium. Pinnallinen faskia muodostuu kollageeni- ja elastaanisäikeistä ja syvä faskia koostuu yhtenäisestä kalvosta, joka peittää ja suojaa kaikkia lihaksia. (Varghese & Priva 2017.) Kun taas Borboni ym. (2017) jakaa

faskian neljään kerrokseen; pinnallinen, syvä, aivokalvo sekä sisäelimiä ympäröivä faskia. Pinnallinen faskia koostuu epäjärjestäytyneistä sidekudoksista ja sen paksuus vaihtelee sen sijainnin ja sen sisältämän rasvan määrän mukaan. Syvä faskia ympäröi supistumiskykyisiä alueita, verisuonia ja hermoja. Siihen lasketaan mukaan epimysium ja periosteum, kudokset, jotka ympäröivät jänteitä ja ligamenteja sekä nivelkapsleita. Aivokalvo-faskia ympäröi keskushermostoa, loppuen epineuriumiin, joka peittää aineishermostoa. Sisäelimiä ympäröivä faskia ulottuu kallonpohjasta lantionpohjaan päällystyäen kaikki elimet. Sisäelimiä ympäröivä sidekudos pitää elimemme paikoillaan. (Borboni ym. 2017, 337.) Se on vähiten joustava faskia, mutta jos se olisi liian joustavaa, elimet voisivat siirtyä väärin paikkoihin (Wylde 2017, 13).

Uusimmat tutkimukset faskiakudoksesta ovat osoittaneet, että ei ole olemassa faskioiden välisiä kerroksia vaan monitahkoista mikrosolurakkula sidekudosta. Tämä sidekudos yhdistää kehon elinjärjestelmät ja siinä olevien erikoistuneiden solujen vuoksi se sallii useita toimintoja, kuten motorisia, hermostollisia, verenkierröllisiä ja sisäelimellisiä toimintoja. Mikrosolurakkulat ovat monitahkoisia sidekudossäieyksiköitä. Ne muuttavat muotoaan sisäisen ja ulkoisen jännitteen mukaan ja voivat suorittaa liikevariaatioita, säädellen eri kehon toimintoja ja varmistuen kehon elinjärjestelmien säilymistä. Ne ovat plastisia, jotka takaa niiden täydellisen toiminnallisen kaaoksen. Tämän vuoksi faskialla on maksimaalinen mukautumiskyky vastata sisäisiin ja ulkoisiin solussa tapahtuviin muutoksiin. (Borboni ym. 2017, 337.)

Faskia sisältää paljon hermoja ja varsinkin aistivia hermoja. Faskian hermotuksen kautta aivomme saavat tietoa monista kehomme toiminnoista. Monet hermot auttavat proprioseptiikkaa, joka on kykyä hahmottaa kehoamme avaruudellisesti tai hahmottaa suhdettamme ympäristön kanssa. Proprioseptiikan ansiosta aistimme, kuinka nopeasti raajamme tai kehomme liikkuu ja kuinka paljon vaivaa näemme liikkumisemme eteen. Esimerkiksi plantaarifaskiassa on hermoja, jotka lähettävät aivoillemme tietoa tasapainostamme. Muut hermot lähettävät tietoa aivoillemme tunnosta, asennosta ja liikkumisesta. Näiden hermojen antama tieto on yhteydessä verenpaineeseen, sydämen sykkeeseen ja hengitykseen, jolloin faskia auttaa kehoamme säätämään itseään. (Wylde 2017, 15.)

Faskian jatkumoa voidaan pitää muistieliimenä. Se ei vain rekisteröi sitä ympäröivien ja yhdistämien rakenteiden toimintoja, vaan muistaa kaikki informaatiot ja toiminnot, mitkä saapuvat ja lähtevät kyseisestä rakenteesta. Sidekudos muistaa morfologiset vaihtelut,

jota se on kokenut ja sillä on mahdollisesti vaikutusta kudoksessa esiintyvään toimintaan. (Borboni ym. 2017, 338.) Faskian jatkumo on tulos täydellisestä synergiasta eri kudosten välillä. Se kykenee tukemaan, jakamaan, läpäisemään ja yhdistämään kaikki kehon osat, epidermiksestä luihin, osallistuen kaikkiin toimintoihin ja elimellisiin rakenteisiin. Jatkumo lähettää ja vastaanottaa jatkuvasti mekanometabolista informaatiota, jota se käyttää hyödykseen kehon toiminnoissa. Nämä tuovat ja vievät impulssit tulevat faskiasta ja soluista, joita ei oteta huomioon osana faskiaa. (Borboni ym. 2018.)

4.3 Faskian rakennusaineita

Faskian rakenne koostuu kollageenista, elastiinista ja perusaineesta. Näiden kolmen materiaalin suhde, rakenne ja ominaisuudet vaihtelevat faskiassa sen paikan suhteen, antaen faskian suoriutua parhaalla mahdollisella tavalla joka alueella. Kollageeni on runsain proteiini kehossamme. Se antaa voimaa ja rakennetta, joka on faskian tärkeimpiä ominaisuuksia. Kollageeni mahdollistaa kykymme liikkua, olla yhteydessä ympäristön kanssa ja vaikuttaa ympäristöömme. Elastiini on elastista materiaalia. Se auttaa kudosta liikkumaan, venymään ja sopeutumaan. Sitä esiintyy eniten pinnallisessa faskiassa ja vähiten sisäelimiä ympäröivässä faskiassa. Ilman elastiinia olisimme hauraampia ja menisimme rikki helpommin. Perusainetta voidaan kuvata ”liimamaisena säikeitten välisenä proteiinina”, joka sisältää paljon nestettä. Perusaine vie ravintoaineita soluille, kuljettaa pois solujen kuona-aineita ja estää kollageenisäikeiden hankauksen toisiaan vasten. Se auttaa myös immuunipuolustusjärjestelmää pysäyttämään bakteerien leviämistä kehossa. Nivelten synoviaalineneste on yksi esimerkki perusaineen muodoista. Sen muoto vaihtelee nestemäisemmästä tahmeampaan sekä siihen vaikuttaa myös kehon lämpötila (thixotropy). (Wylde 2017, 13-14.)

Kehon proteiinimassasta enemmän kuin 30% on kollageenia. Sen yleisin muoto on kollageenisäie, joka muodostuu tropokollageeneista. Säikeet ovat hyvin organisoituja ja tarjoavat puitteet solunulkoiselle matriisille, jänteille, luille ja muille tukeville rakenteille. Kollageenin suurin heikkous on sen täydellisyyden jäljittely, jonka vuoksi ajoittainen epätäydellisyys mahdollistaa sen säikeiden käsitellä jännitettä, jota se havaitsee. Tämän vuoksi se uudelleen muokkaa itseään kasvattaakseen toimintaansa. Epätäydellisyyden ansiosta spesifit proteolytyt entsyymit voivat helpommin ja nopeammin aloittaa pilaantumis- ja korjausprosessit. (Borboni ym. 2018.)

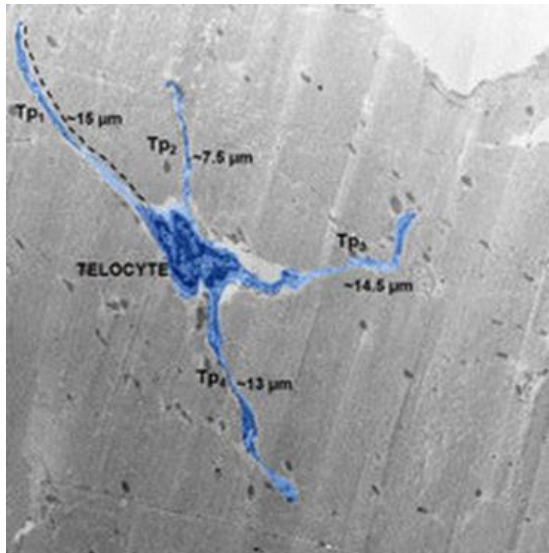
Faskiaalisessa kudoksessa, kuten jänteissä, akuutti ja krooninen kuormitus stimuloi kollageenin uudelleensyntymistä. Koska kollageenisynteesin liikuntaan perustuva lisääntyminen on naisilla alhaisempaa kuin miehillä, voi estrogeenillä olla suuri merkitys solunulkoisen matriisin säätelyssä ja uudelleen muokkaantumisessa. Estrogeenin vaikutukset näkyvät eri lailla levossa ja rasituksessa. Varsinkin ikääntyneillä ja postmenopausaalisilla naisilla liikunta vahingoittaa kollageenisynteesiä, mutta levolla on stimuloiva vaikutus siihen. (Zügel, Maganaris, Wilke, Jurkat-Rott ym. 2018.)

Faskia rakentuu fibroblasteista. Fibroblastit muodostavat kollageenia, joka on faskian rakenteen tärkeimpiä tekijöitä. Fibroblastit voivat muuttaa muotoaan esimerkiksi akupunktion, hieronnan tai yhtämittaisen venyttelyn aikana. (Wylde 2017, 15.) Ne mukautuvat metabolisen ja mekaanisen stimuluksen mukaan, jolloin kommunikaatio kehon eri osien välillä mahdollistuu. Fibroblastien ansiosta yhdistyvät säikeet voivat kommunikoida metabolisesta ja mekaanisesta näkökulmasta. Kahden fibroblastin välillä on yhdyskohta, joka koostuu kahdesta solusta, jotka luovat jatkuvuutta faskiaan. Nämä yhdyskohdat helpottavat mekaanisen informaation kulkeutumista. Samaan aikaan ne aktivoivat pieniä molekyyleja ja sähköistä aktiivisuutta. (Borboni ym. 2017, 338.)

Fibroblastit ovat sidekudoksen tärkein solukomponentti ja niitä esiintyy myös solunulkoisen matriisin komponenttina. Fibroblastit voivat lisäksi muuntua myofibroblasteiksi ja syntetisoida solunulkoisen matriisin ainesta. Fibroblastit yhdessä myofibroblastien ja perisyöttien, verisuonten ympärillä olevien supistuvien solujen, kanssa tuottavat proteiineja solunulkoiseen matriisiin ja sijaitsevat sen sisällä. Ne voivat toimittaa erilaisia toimintoja eri kohdissa kudosta. Fibroblastit kommunikoivat keskenään ja ovat tärkeässä asemassa jännityksen havaitsemisessa ja tuottamisessa. Fibroblastien muuntuessa myofibroblasteiksi ne ovat yhteydessä haavan parantumiseen ja paranemisen jälkeen ne aiheuttavat solukuoleman. (Borboni ym. 2018.)

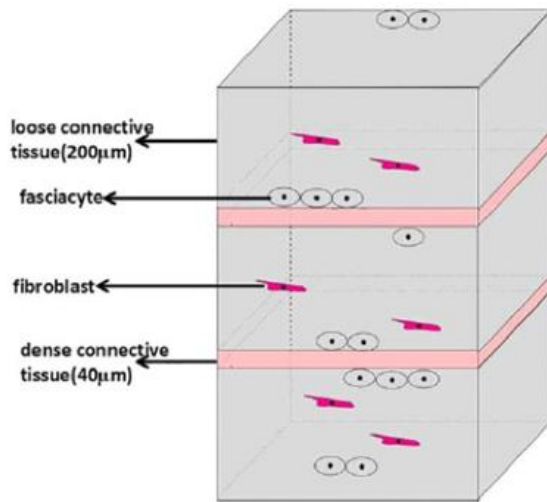
Sidekudoksessa esiintyy myös telosyyttejä, jotka ovat osa monia kehon kudoksia ja osallistuvat moniin biologisiin prosesseihin. Ne muodostavat verkoston faskiaverkoston sisään, joka voi olla soluiltaan homo- tai heterogeeninen ryhmittymä. Ne vaikuttavat aineenvaihdunnalliseen ympäristöön ja osallistuvat korjaus- ja uudelleenmuodostumisprosesseihin. Niiden tarkkaan määriteltä rooli faskiassa on vielä tuntematon. Telosyyttejä ja fibroblasteja voidaan löytää myös ihosta, minkä vuoksi ihon

osuutta osana faskiaa tutkitaan. Ihon (dermis) ja faskian välillä ei ole varsinaista kerrosta, vaan ne ovat erottamattomia. Ne liikkuvat yhdessä ja reagoivat yhdessä mekanometaboliseen informaatioon. Ihon keratinosyytit toimivat yhdessä fibroblastien kanssa vaikuttaen moniin toimintoihin, esimerkiksi säädellen solujen liittymistä solunulkoiseen matriisiin ja näin ollen vaikuttaen faskian muotoon. (Borboni ym. 2018.)



KUVA 2. Telosyytti faskiarakenteessa. (Szotek 2018.)

Pinnallisessa ja syvässä faskiakudoksessa on fibroblastien tapaisia soluja, faskiasyyttejä. Faskiasyytit ovat erikoistuneet tuottamaan hualyronihappoa. Ne vaimentavat jännitystä ja kuormitusta sekä täyttävät soluvälejä. Faskiasyytit myös mahdollistavat eri kerrosten liukumisen toisiaan vasten. Ne ovat luultavimmin sijoittuneet sellaisiin faskia-alueisiin, joissa on enemmän hermotusta. (Borboni ym. 2018.)



KUVA 3. Faskiasyyttien ja fibroblastien sijainti faskiarakenteessa. (Integrated Seminar Series 2018.)

4.4 Pinnallinen faskia

Pinnallinen faskia on tiukasti yhteydessä pinnallisiin verisuoniin ja imusuonistoon. Sen sisällä on myös ihonalainen punos, joka osallistuu lämmönsäätelyyn. Siitä löytyy myös lihassäikeitä kaulan platysma-lihaksessa sekä kasvojen lihas-kalvojänne alueista. (Varghese & Hari Priva, 2017.) Pinnallinen faskia on lähellä kehon ulkopintaa. Se tunnetaan myös nimellä hypodermis eli ihonalainen kudus. Se yhdistää ihon kehon syvempiin kudoksiin ja sen rakenne on tarpeeksi löysä salliakseen ihon liikkeitä ja joustavuuden. Se on lähemmin yhteydessä ihoon kuin syvä faskia, koska se sallii enemmän liikettä, jonka ansiosta lihakset voivat liikkua erikseen ihon alla. Rakenne koostuu myös rasvasta, joka auttaa meitä pysymään lämpimänä. (Wylde 2017, 11.)

Pinnallinen faskia sekoittuu syvään faskiaan ranteen ja nilkan retinaculumissa. Retinaculumilla tarkoitetaan syvän faskian paksuuntumaa. Ihon liukuminen syvän faskian yläpuolella helpottuu pinnallisen faskian lämmönsäätely- ja iskunvaimennusominaisuuksien vuoksi. Ihonalaiset suonet ja hermot ovat pinnallisen faskian sisällä. Mikä tahansa muutos pinnallisessa faskiassa voi aiheuttaa lymfedeeman, eli imunesteen virtaushäiriöstä johtuvan turvotuksen. Nesteen kertyminen pinnalliseen faskiaan saattaa aiheuttaa faskian fibroosin, eli sidekudoksen paksuuntumisen ja arpeutumisen. (Varghese & Hari Priva, 2017.)

Käytännössä pinnallisella faskialla saattaa olla rooli ihon eheydessä ja ihonalaisten rakenteiden tukemisessa, erityisesti tukemalla suonia ja pitämällä niiden virtauksen auki-
 naisena (Varghese & Hari Priva, 2017). Pinnallinen faskia peittää kaikkia alaraajojen suuria pinnallisia suonia niiden koko pituuden matkalta. Ihonalaisten suonten ja pinnallisen faskian välisellä vahvalla anatomisella suhteella saattaa olla tärkeä rooli päivittäisissä toiminnoissa sekä lukuisten tautien patofysiologiassa. Ensinnäkin, pinnallisen faskian kireys vaikuttaa vahvasti ihonalaisen laskimon toimintaan mukauttaen veren virtausta suonessa. Toiseksi, pinnallinen faskia saattaa suojata ihonalaista laskimoa liialliselta patologiselta laajentumiselta, mikä voi selittää sen, miksi suuremmat laajentumat esiintyvät ihonalaisten laskimoiden haara kohdissa suonikohjuina. (Varghese & Hari Priva, 2017.)

4.5 Syvä faskia

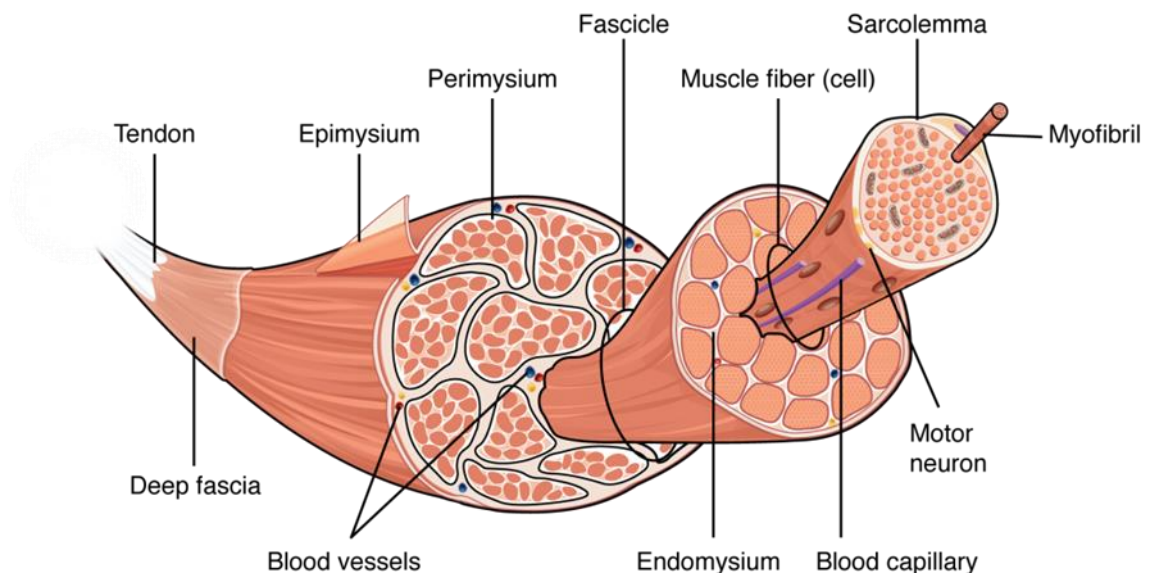
Syvä faskia koostuu kaikkia lihaksia peittävästä sidekalvosta. Se ympäröi kaikkia lihaksia, ligamentteja, luita, hermoja ja verisuonia, lokeroi useita rauhasia sekä elimiä ja sitoo kaikki nämä rakenteet yhteen. (Varghese & Hari Priva, 2017.) Syvä faskia on lihasten, luiden, hermojen ja verisuonten ympärillä. Se voi muodostaa yksiköitä, jotka pitävät lihasryhmiä yhdessä. Syvä faskia on paksumpaa kuin pinnallinen faskia ja vähemmän joustavaa, mutta siinä on paljon enemmän hermoja. (Wylde 2017, 13.) Luiden ja jänteiden ympärille syvä faskia muodostaa neuromuskulaarisen kalvon. Nivelen ympärillä se vahvistaa nivelkapselia ja ligamentteja. Syvä faskia on runsaasti hermotettu aistinsoluilla, joita ovat nosiseptorit, proprioseptorit, mekanoreseptorit, kemoreseptorit ja termoreseptorit. Ne aistivat kipua, liikkeen muutoksia, värinää, kemikaalisia muutoksia ja lämpötilaa, edellä mainitussa järjestyksessä. (Varghese & Hari Priva, 2017.)

Stecon (2010) mukaan retinaculum muodostuu syvän faskian lihasaktivaatiosta, joka saattaa luoda useita erityyppisiä voimalinjoja, varsinkin raajan keskilinjaa pitkin tai viistosti keskilinjaa kohti raajassa. Nivelten ympärillä retinaculum vahvistaa syvää faskiaa, joka toimii taljan tavoin pitäen jänteen alla sijaitsevan luisen rakenteen lähellä liikkeen aikana. Retinaculum on hyvin hermotettua rakennetta, jossa on runsaasti vapaita hermopäätteitä, Ruffinin ja Paccinin keräsiä. Retinaculumilla on tärkeä rooli nivelen stabiloinnissa, mutta myös nivelen proprioseptiikassa ja ääreishermoston motorisessa koordinaatiossa. Nilkan retinaculumin repeytyminen tai sen epäsymmetrinen paksuus voi vaikuttaa

nilkan epästabiiliuteen ja patellofemoraaliseen virheelliseen linjaukseen. Tämä saattaa aiheuttaa nivelen liikkeen heikon koordinaation ja nosiseptoreiden aktivoitumisen, jonka seurauksena on tulehdus. (Varghese & Hari Priva, 2017.)

4.6 Epimysium, endomysium ja perimysium

Yksittäisiä lihaksia ympäröivää ja erottelevaa kerrosta kutsutaan epimysiumiksi. Lihaksessa itsessään lihassäikeet muodostavat nippuja. Nippuja toisistaan erottaa sidekudoskerros, jota kutsutaan perimysiumiksi. Lisäksi jokainen nipussa oleva lihassäie erotetaan sidekudoskerroksella, endomysiumilla. Näiden kolmen sidekudoskerroksen toimiminen yhdessä tarjoaa voimakkaan rakenteellisen kehyksen lihakseen, sisältäen kapillaarisia kerrostumia ja vesipitoisia molekyylejä. (Velleman & McFarland, 2015.)



KUVA 4. Syvä, epimysiaalinen, perimysiaalinen ja endomysiaalinen faskia lihaksessa. (Biga, Dawson, Harwell, Hopkins ym.)

Epimysiaalinen faskia muodostuu I ja III tyypin kollageenisäikeistä sekä elastinisäikeistä. Sen ulkopinnalla olevan löyhän sidekudoksen takia se on vapaa liukumaan sen yläpuolella olevaa aponeuroottista faskiaa vasten. Alla olevasta perimysiumista sitä erottaa toinen löyhä sidekudoskerros. Epimysiaalisen faskian kollageenikerros ei ole täysin itsenäinen, koska useat sen kalvorakenteista lähtevät epimysiumista, mutta kiinnittyvät aponeuroottiseen ja perimysiaaliseen faskiaan. (Stecco 2018, 12.)

Vaikka epimysialisesta faskiasta puuttuu vapaita hermopäätteitä, kuten Paccinin ja Ruffinin keräsiä, sen tiivis yhteys lihasspindelien kanssa paljastaa epimysiumin roolin ääreisosien koordinaatiossa ja proprioseptiikassa. Jos epimysiaalinen faskia on ylivenyttynyt, on mahdollista, että lihasspindelit, jotka ovat yhteydessä tähän faskian osaan, tulevat kroonisesti venyttyneiksi ja yliaktiivisiksi. Tämä merkitsee sitä, että kyseiset lihassolut ovat jatkuvasti stimuloituneet supistukselle, jolloin ne muodostavat triggerpisteitä. Toistuvat supistukset aiheuttavat myös lihasepätasapainoa sekä toistuvia kramppeja, jotka puolestaan vaikuttavat nivelten liikkeisiin. Tämä saattaa selittää osaltaan sen, miksi nivelten liikeradoissa on rajoituksia ja niihin liittyen nivelkipua. (Varghese & Hari Priva, 2017.)

Käänteisesti, kun epimysiaalinen faskia on liian jäykkä, lihasspindelit eivät aktivoidu koska ne ovat sulautuneet jäykän rakenteen sisälle. Tämä painottaa tietoa siitä, että normaali lihastoiminta on riippuvainen hyvin nesteytetystä ja toimivasta faskiasta. Jos epimysiaalinen faskia on paksuuntunut, kaikki lihaksen osat eivät toimi kunnolla liikkeen aikana. Tämä aiheuttaa nivelen epätasapainoisen sekä koordinoimattoman liikkeen, ja lopulta nivelen kivun. Epimysiaalinen faskia saattaa olla avainelementti kehon ääreisosien motorisessa koordinaatiossa. Kaikki faskiaaliset kiinnityskohdat kertovat erinomaisesti siitä, kuinka faskian paksuus ja voima tarkasti kuvaavat lihastoiminnan tuottamia voimia. Kun lihakset supistuvat, ne eivät vain liikuta luita, mutta ne myös venyttävät syvää faskiaa. (Varghese & Hari Priva, 2017.)

Perimysiaalisen faskian vetolujuus on merkittävä. Se muodostuu vähäisistä I tyypin ja monista III ja IV tyypin kollageenisäikeistä. Uloin kerros on liukuva ja keskimäinen kerros koostuu kollageenisäikeistä. Lihassukkuloiden päät kiinnittyvät perimysiaaliseseen faskiaan ja sen erottaa endomysiumista ohut, löyhä sidekudoskerros. Endomysiaalinen faskia koostuu III, IV ja V tyypin kollageenisäikeistä. Endomysium itsessään sisältää paljon perusainetta, jonka vuoksi se vaikuttaa lihassäikeiden väliseen liukumiseen. (Stecco 2018, 12.)

Aponeuroottinen faskia muodostuu kahdesta tai kolmesta kollageenisäikekerroksesta, jossa jokainen kerros koostuu yhdensuuntaisista kollageenisäikeistä. Jokaista kerrosta erottaa erillinen löyhä sidekudoskerros. Raajojen aponeuroottinen faskia poikkeaa vartalon vastaavasta rakenteesta, sillä se ei ole samanlainen koko raajan alueella. Siihen kuu-

luvut nilkan ja ranteen retinaculumit, jotka jatkuvat kierteisinä rakenteina raajoja kiertäviin kollageenisäikeisiin. Kollageenisäikeet järjestäytyvät tämän jälkeen spiraaleiksi. (Stecco 2018, 12-14.)

4.7 Sidekudos

Sidekudos on yksi neljästä pääkudoksesta, muiden ollessa epiteeli-, lihas- ja hermokudos. Se ylläpitää kehon ja elinten muotoa sekä tarjoaa yhteenkuuluvuutta ja rakenteellista tukea kudoksiin ja elimiin. Sidekudos on saanut nimensä sen toiminnosta yhdistää ja sitoa soluja ja kudoksia. Se on kaikkialla kehossa läsnä olevaa ja sitä voidaan pitää liimana, joka pitää kehon osia yhdessä. Sidekudos sisältää kolmea päärakennusainetta, joita ovat solut, säikeet ja solunulkoinen matriisi. Solut huolehtivat aineenvaihdunnallisista ominaisuuksista kudoksessa, säikeet mekaanisista ominaisuuksista sekä solunulkoinen matriisi plastisuudesta ja muokattavuudesta. Yleisin solutyyppejä sidekudoksessa on fibroblastit, jotka tuottavat kollageenia ja sen lisäksi muuta solunsisäistä ainesta. Sidekudoksen päärakennusaineiden suhde toisiinsa nähden vaihtelee kehon osan mukaan, riippuen kehon osan rakenteellisista vaatimuksista. (Stecco 2015, 1.)

Sidekudoksella on paljon toimintoja kehossa. Se on rakenteellinen tuki, joka pitää elimistömme anatomisessa muodossaan. Se muodostaa luurankomme ja kapselit, jotka ympäröivät elimiämme. Se yhdistää kehon kudokset, kuten ligamentit, jänteet ja faskian. Sen tehtävänä on suojata elimiämme, jolloin se pehmentää ja ympäröi ne sekä erottaa ne ympäröivistä kudoksista. Aineenvaihdunnan yhteydessä sillä on ravitsemuksellinen rooli, koska sen läpi kulkevat kaikki aineenvaihdunnan tuotteet. Sidekudos myös varastoi energiaa. Se osallistuu arpikudoksen muodostamiseen, koska sillä on suuri rooli traumatisoituneen kudoksen paranemisessa. (Stecco 2015, 2.)

4.7.1 Löyhä sidekudos

Löyhä sidekudos eli areolar on kehon yleisin faskiatyyppi, joka on ominaisuuksiltaan taipuisaa ja jatkuvasti uudelleen muotoutuvaa (Lindberg 2015, 76). Se on koostumukseltaan geelimäistä sekä viskoosista ja sen koostumus vaihtelee kehon eri osissa riippuen sen

paikasta. Löyhä sidekudos sisältää suhteellisen vähän säikeitä ja soluja, mutta sen päära- kennusainetta ovat fibroblastit sekä pieni määrä adiposyyttejä. Adiposyyttien toiminta löyhässä sidekudoksessa perustuu sen kykyyn helpottaa liukumista ja toimia täyteai- neena. (Stecco 2015, 8.) Fibroblastit puolestaan osallistuvat kiinteästi mekaanisiin siirtoi- hin (Benjamin 2009). Kollageeni- ja elastiinisäikeitä kudoksessa esiintyy vähän ja ne ovat harvemmin järjestäytyneitä, muodostaen monisyisen verkon. Säikeet ovat pienempiä kuin tiukkasäikeisessä sidekudoksessa. Sidekudos sisältää neurovaskulaarisia nippuja ja aistien hermopäätteitä, jotka voivat päätyä tiukkasäikeiseen sidekudokseen. (Langevin & Huijing 2009.)

Löyhän sidekudoksen yksi ominaisuus on sitoa hyvin nestettä, jonka vuoksi se toimii hy- vin iskujen ja jännitteiden luoman voiman vastustajana. Mikäli nestepitoisuus elimistössä laskee, tiukat faskiat liimautuvat toisiinsa ja se puolestaan rajoittaa liikettä ja liikkuvuutta. Tiukkojen faskioiden liimautuminen toisiinsa aiheuttaa vapaan nesteen virtaamisen häi- riöitä kehossa, jolloin aineenvaihdunnan luomat jätteet voivat jäädä jumiin löyhän side- kudoksen varastoihin. (Lindberg 2015, 74-76.)

Löyhän sidekudoksen tärkein tehtävä on taata faskiakerrosten liukuvuus toisiinsa nähden eli sallia kahden tiukkasäikeisen sidekudoksen liukumisen liikkeen aikana (Langevin & Huijing 2009). Sidekudostyyppi ympäröi luurankolihasia, muodostaen endo- ja epi- mysiumin sekä luoden ohuita kudokset kerroksia vierekkäisten lihasten ympärille. Ohuet ker- rokset lihasten välillä mahdollistavat liikkumisen, sallivat lihasten tai säikeiden liikkumi- sen itsenäisesti riippumatta muista ympäröivistä kudoksista. (Benjamin 2009.) Mekaani- sesta näkökulmasta katsoen, jokaista kerrosta voidaan pitää itsenäisenä ja niillä kaikilla on vaikutuksensa kudoksen toimintaan (Stecco, Macchi, Porzionato ym. 2011, 131-132). Raajoissa ja selän lihaksissa on enemmän tiukkasäikeistä sidekudosta, joka sisältää run- saasti tiiviitä kollageenikuituja (Benjamin 2009).

4.7.2 Tiukkasäikeinen sidekudos

Tiukkasäikeinen sidekudos sisältää paljon I tyypin kollageenia, joka tekee siitä vahvaa, kestäväää ja elastista (Lindberg 2015, 77-78). Se koostuu pääasiassa kollageenista, mutta joillakin alueilla (lig. nuchae ja flavum) voi esiintyä elastisiakin säikeitä. Korkea kolla-

geenipitoisuus antaa sidekudokselle suuren vetolujuuden ja tekee siitä jäykän. Tiukkasäikeisen sidekudoksen säikeet voivat järjestäytyä vedon tullessa yhdestä tai muutamasta suunnasta, mutta vedon tullessa useasta suunnasta sen säikeet sekoittuvat keskenään ilman järjestymistä. (Langevin & Huijing 2009.)

Tiukkasäikeistä sidekudosta kuvataan suurena, lujatekoisena, kollageenisäikeistä koostuvana kudoksena, joka pystyy tuottamaan huomattavan määrän voimaa. Se voidaan jakaa tiukkasäikeiseen kollageenikudokseen ja tiukkasäikeiseen elastiinikudokseen, jotka voidaan erottaa värin perusteella. Kudoksen seasta voidaan myös erottaa fibroblasteja, joiden tehtävänä on muodostaa kollageenisäikeitä kudokseen. Tiukkasäikeisen sidekudoksen tärkeimmät tehtävät ovat välittää voimaa ja yhdistää eri elimiä ja lihaksia. (Stecco 2015, 15.)

Tiukkasäikeinen sidekudos voidaan jakaa järjestäytymättömään ja järjestäytyneeseen sidekudokseen. Järjestäytymättömässä sidekudoksessa on epäsäännöllisesti järjestyneitä kollageenisäikeitä. (Stecco 2015, 15.) Se on verkkomaista, minkä ansiosta se kykenee venymään rikkoontumatta, kun verkko muuttaa muotoaan liikkeiden ja asentojen aikaansaanien jännitteiden vaikutuksesta. Sidekudosta esiintyy muun muassa nivelten kapseleissa, lihaksia ja hermoja ympäröivissä kalvoissa, luukalvoissa ja ihon verinahkassa. (Lindberg 2015, 77-78.)

Järjestäytynyt sidekudos on valkoista joustavaa kudosta, joka sisältää tiukasti pakattuja nippuja kollageenisäikeistä. Kaikki säikeet menevät yhdensuuntaisesti ja ovat järjestäytyneet rinnakkain kehon osiin kohdistuvien voimien suuntaisesti. Tällaista muodostumista on havaittavissa ligamenteissa ja jänteissä, mutta uusimpien tutkimusten mukaan syvä faskia, epimysium ja perimysium voitaisiin myös luokitella tähän sidekudostyyppiin. (Stecco 2015, 15.) Järjestäytynyt sidekudos pystyy tuottamaan kaikista parhaiten rekyyliä, jota edesauttaa se, että siinä on paljon kollageenia. Se pystyy palauttamaan takaisin 92,3 % venytysvoimasta, joka siihen on kohdistunut. (Lindberg 2015, 77-78.)

Järjestäytynyt säännöllinen sidekudos voidaan jakaa edelleen kahteen ryhmään sen toimintojen perusteella. Sidekudos voi yhdistää kaksi luuta toisiinsa, jolloin ne ovat ligamenteja, jotka koostuvat kollageenisäikeistä ja ovat yhdensuuntaisesti järjestäytyneet. Se voi myös yhdistää luun ja lihaksen jänteen, jolloin kollageenisäikeet ovat järjestäytyneet ja niissä esiintyy hyvin vähän elastiinia. (Stecco 2015, 15-16.)

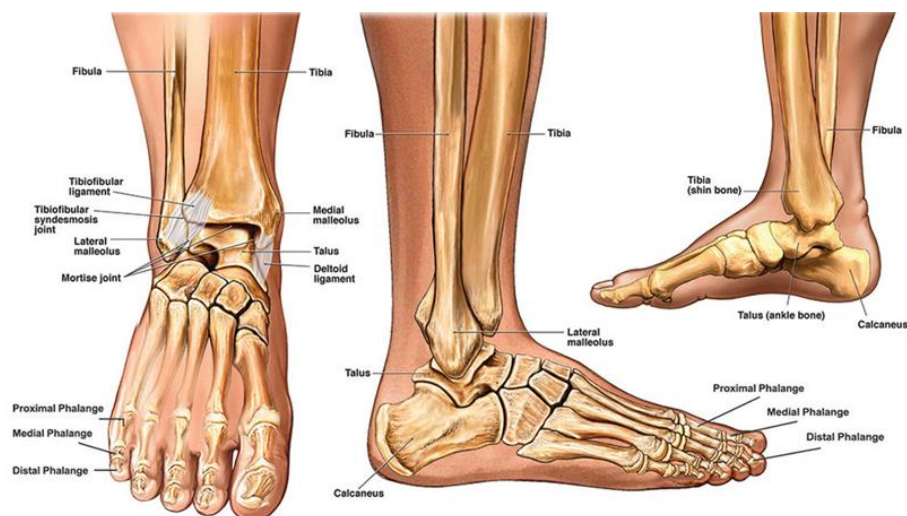
5 NILKAN RAKENNE

5.1 Toiminnallinen anatomia

Jalkaterässä ja nilkassa yhdistyvät sekä joustavuus että stabiileetti monien luiden, niiden muotojen ja kiinnikkeiden ansiosta. Alemmassa säären osassa, nilkassa ja jalkaterässä on kaksi ensisijaista toimintoa: työntövoima ja tuki. Työntövoimassa rakenteet toimivat joustavan vivun tavoin, ja tukivaiheessa tiukkana rakenteena, joka pitää koko kehon pysyvässä. Vaikkakin alemman säären, nilkan ja jalkaterän nivelistä puhutaan erillisinä rakenteina, ne toimivat toiminnallisena ryhmänä yksittäisten nivelten sijaan. (Magee 2014, 888.)

Kapandjin (1997) mukaan ylempi nilkkanivel säätelee jalan liikettä pitkittäistasolla, kun taas muut jalan nivelet orientoivat jalan suhteessa kahteen muuhun liiketasoon. Täten jalkapohja voidaan asettaa maahan tukevasti alustan kaltevuudesta sekä säären asennosta riippumatta. Tukialustan epätasaisuuksien mukaan jalan nivelet muuttavat sen kaarien muotoa sekä kokoa, ja samalla muuttavat askelluksen joustavaksi mukautumalla tärähdysten ja iskujen vaikutuksille, kun jalka törmää alustaan. (Kapandji 1997, 174.)

5.1.1 Ylempi ja alempi nilkkanivel



KUVA 5. Nilkan anatomia. (Flexia 2016.)

Nilkkanivelkompleksi koostuu seitsemästä yksittäisestä nilkkaluusta ja niiden välisistä intertarsaaliniivistä. Nilkka sijoittuu säären luiden ja viiden jalkapöydänluun väliin. Nilkan luihin kuuluvat kantaluu, telaluu, venelu ja kuutioluu sekä kolme vaajaluuta. Jalkapöydässä on viisi jalkapöydänluuta, jotka ovat lyhyitä putkiluita. Varpaiden luut muodostuvat kolmesta lyhyestä putkiluusta, paitsi isovarvas, jossa on vain kaksi luuta. Jalkaterään voidaan tehdä toiminnallinen jako taka-, keski- ja etuosaan. Takaosan muodostavat kanta- ja telaluu, keskiosan kuutio-, vene- ja vaajaluut, ja etuosan varpaiden ja jalkapöydän luut. (Kauranen 2017, 233.)

Talocruraalinivel eli ylempi nilkkanivel on sarananivel, joka koostuu telaluusta (talus), sääriluun sisemmästä kehräsluusta (medial malleol) sekä pohjeluun ulommasta kehräsluusta (lateral malleol). Telaluun tehtävänä on siirtää kehon painoa sääriluulta kantaluulle ja veneluulle. Nivelen liikkeitä ovat nilkan koukistus ja ojennus, eli plantaarifleksio ja dorsifleksio. Sisempi kehräsluu on lyhyempi kuin ulompi kehräsluu, ja se ulottuu kantaluun puoliväliin, kun taas ulompi kehräsluu ulottuu lähes alemman nilkkanivelen tasolle. Ylempi nilkkanivel on hyvin stabiili erityisesti dorsifleksiossa. Plantaariflexiossa se on paljon liikkuvampi. (Magee 2014, 888; Palastanga, Field & Soames 2002, 242.)

Ylempi nilkkanivel ei kuitenkaan ole jäykkä sarananivel huolimatta sen vahvoista ja tukevista nivelsiteistä. Telaluun etuosa (trochlea tali) on leveämpi kuin sen takaosa. Kun nilkkaa koukistetaan (dorsifleksio), telaluun etuosa kiilautuu kehräsluiden väliseen haarrukkaan, sallien hieman tai ei ollenkaan inversio- ja eversiosuuntaista liikettä nilkassa. Nilkan ojentuessa (plantaarifleksio) nivelpintojen välinen kontakti taas löystyy, jolloin jalkaterän sisään- ja ulospäinkääntymisliike voidaan suorittaa vapaammin. Eli mitä koukistuneempi nilkka on, sitä tukevampi on nivel. (Hervonen 1987, 245.)

Alempi nilkkanivel, subtalaarinivel, muodostuu kahdesta osasta tela-, vene- ja kantaluun välillä (articulatio talocalcaneonavicularis ja articulatio subtalaris). Anatomisesti telaluun, kantaluun ja veneluun välinen nivel käsittää alemman nilkkanivelen etuosan, ja kantaluun leveä nivelpinta sekä telaluun takanivelpinta muodostavat erillisen nivelen sen nivelsiteiden ja nivelkapselin kanssa, joka on alemman nilkkanivelen taaempi osa. Vaikka koko alempi nilkkanivel koostuu kahdesta erillisestä nivelestä, muodostavat ne toiminnallisesti yhden kokonaisuuden. Se on tasonivel, ja siinä tapahtuvat liikkeet ovat inversio ja eversio, sekä supinaatio ja pronaatio. (Hervonen 1987, 245; Kauranen 2017, 233; Kapandji 1997, 178-180.)

Nivelpinnat, jotka ovat telaluun alapuolella, nivELYVÄT kantaluun ylänivelpintoihin. Kantaluun on jalan suurin luu ja on tiukasti sidottu kaikkiin nilkan luihin nivelsiteillä. Kantaluulla on kuusi nivelpintaa, joista taaimmaiset kolme ovat alemman nilkkanivelen alueella. (Palastanga ym. 2002, 242.) Kantaluun nivelpinta on kupera, kun taas telaluun nivelpinta on kovera. Tela- ja kantaluun muutkin nivelpinnat myötäilevät hyvin paljon toisiaan lähes koko nivelpintojen alueelta. Esimerkiksi jopa telaluun ruston peittämille nivelpinnoille on kantaluussa vastaavat uurteet. Täydellisesti alemman nilkkanivelen nivelpinnat ovat toisiaan vasten kuitenkin vain nivelen neutraalissa eli keskiasennossa. Tämä asento saavutetaan silloin, kun seistään tasaisella vaakatasoisella alustalla siten, että kehon paino on jakautunut molemmille alaraajoille. Painovoiman vaikutuksesta nivelpinnat pysyvät neutraaliasennossa kiinni toisissaan, tähän eivät nivelsiteet vaikuta. Nivelpintojen yhteensopivuuden vuoksi nivel on vakaa. Kaikissa muissa epävakaisissa asennoissa nivelpinnat eivät ole täydellisesti toisiaan vasten. Esimerkiksi inversio- sekä eversioasennot nilkassa eivät ole tukevia, koska tällöin nivelpinnat eivät ole vastakkain. Näissä liikkeissä nivelsiteiden tuki on hyvin tärkeä. (Kapandji 1997, 178-180.)

5.1.2 Nilkan nivelsiteet

Nilkan väljyys on riippuvainen sen asennosta; täydessä dorsifleksiossa nivelessä on vähiten väljyyttä. Nilkkanivelen ligamentit ovat päävastuussa nilkan stabiliteetin ylläpidosta sekä liikkeiden kontrolloinnista. Mikäli johonkin tai kaikkiin kollateraalligamenteihin tulisi vaurio, haittaisi se merkittävästi koko nivelen eheyttä ja liikkeenhallintaa. (Palastanga ym. 2002, 382-383.)

Nilkkaniveltä vahvistavat sivuilta voimakkaat nivelsiteet, mutta edestä ja takaa nivelkapseli on ohut ja heikko. Nivelen sisäpuolella nilkkaa tukee vahva kolmion muotoinen sisäsivuside (medial collateral ligament tai deltoid ligament), joka koostuu neljästä erillisestä nivelsiteestä: sääri-veneluuside (tibionavicular ligament), sääri-kantaluuside (tibiocalcaneus ligament), takimmainen sääri-telaluuside (posterior tibiotalar ligament) ja etummainen sääri-telaluuside (anterior tibiotalar ligament). Sisäsivuside estää nilkan ulospäin kääntymisen ja kiertymisen. Nilkan ulkosyrjällä niveltä tukee ulompi sivuside (lateral collateral ligament), josta on selvemmin eroteltavissa kolme osaa: etummainen tela-pohjeluuside (anterior talofibular ligament), joka antaa tukea telaluun liiallisessa inversiossa,

takimmainen tela-pohjeluuside (posterior talofibular ligament), joka vastustaa nilkan dorsifleksiota ja sisäänpäin kiertymistä, sekä kanta-pohjeluuside (calcaneofibular ligament), joka tukee nilkkaa maksimaalisessa inversiossa. Molemmat sivusiteet estävät nilkan sivuille taipumista. Nilkan inversiovammassa yleisimmin vaurioituvat etummainen tela-pohjeluuside sekä kanta-pohjeluuside. (Magee 2014, 888; Hervonen 1987, 242.)

Nilkkanivelen eri osien ligamenteilla on omat päätehtävänsä, vaikka kaikkien kollateraaliligamenttien tarkoituksena on vahvistaa nilkkaniveltä erityisesti sivuttaissuunnassa. Sääri-kantaluuside (tibiocalcaneal ligament) sekä sääri-veneluuside (tibionavicular ligament) kontrolloivat telaluun abduktiota, kun taas adduktiota rajoittaa kanta-pohjeluuside (calcaneofibular ligament). Etummainen sääri-telaluuside (anterior tibiotalar ligament) ja etummainen tela-pohjeluuside (anterior talofibular ligament) ohjaavat ja tukevat plantaarifleksiota, ja dorsifleksiota vastustavat taaimmainen sääri-telaluuside (posterior tibiotalar ligament) sekä taaimmainen tela-pohjeluuside (posterior talofibular ligament). Nilkan stabiliteetin kannalta kumpikaan sääri-telaluun ligamenteista (anteriorinen ja posteriorinen ligamentti) ei ole merkittävä, kun taas etummainen tela-pohjeluuside (anterior talofibular ligament) saattaa olla koko nilkan tärkein rakenne stabilisaation kannalta. Se vastustaa merkittävästi nilkan inversioliikettä koko nilkkanivelen liikeradalla. (Palastanga ym. 2002, 382-383.)

5.2 Nilkan faskiarakenne

Jalan faskia on jatkuva koko alaraajan faskian kanssa. Nilkan ympärillä faskia on paksuuntunut lukuisten poikittaisten kudosten myötä, muodostaen vahvat, rakenteet paikallaan pitävät sidekudospansat lihasten jänteille, jotka kulkevat nilkan yli. Näitä faskiarakenteita kutsutaan retinaculumeiksi. (Palastanga ym. 2002, 295.)

Retinaculumit ovat syvän faskian paksuuntumia nivelten ympärillä, jotka tukevat jänteitä ja auttavat niitä pysymään paikoillaan. Nilkan alueella on havaittu olevan useita retinaculumeita. Retinaculumit pitävät alaraajojen lihasten jänteitä paikoillaan, ja voivat olla nilkkanivelessä lähekkäin. Retinaculumin eri osat on nimetty alueellisesti niiden jänteiden mukaan, mitä ne pitävät paikoillaan. Näitä ovat flexoreiden ja extensoreiden retinaculumit sekä peroneus retinaculum. Retinaculumit nilkassa kulkevat poikittain tukien nil-

kan jänteiden kulkua säärestä jalkaan. Kun liikutamme lihaksiamme jalassa, ilman retinaculumeita jänteet nousisivat irti nilkkanivelestä heikentäen nilkan stabiliteettia. Ojentaja-jänteiden kulkiessa pitkän matkaa jalkapöydällä ennen niiden kiinnittymistä luihin, retinaculumit tehokkaasti estävät jänteiden nousun. (Swathi, Geetha & Sunita 2017; Palastanga ym. 2002, 295.)

Nilkan retinaculumeita on pidetty taljamaisena rakenteena, jotka ylläpitävät jänteiden kannattelevaa vaikutusta luille tibiotalaarinivelen liikkeen aikana. Retinaculumeilla on todettu olevan myös tärkeitä elementtejä nilkan stabiliteetissa, yhdistäen monia luita. (Stecco ym. 2010, 2-3.) Cruraali faskiassa eli jalan syvässä faskiassa säikeet kulkevat moneen eri suuntaan. Siitä voidaan erottaa retinaculum, cruraali faskia sekä syvä faskia, mutta ne eivät ole eroteltavissa. Erot näkyvät säikeiden tiheyden mukaan enemmän kuin erillisinä anatomisina rakenteina. (Stecco ym 2010, 3.)

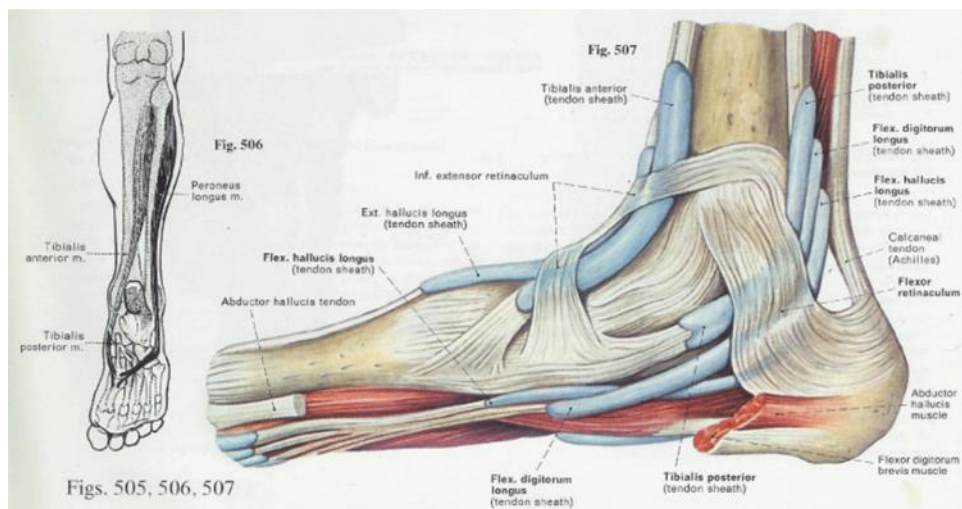
Cruraali faskia sisältää vähän elastisia säikeitä muodostaen epäsäännöllisen verkon löyhän sidekudoksen sisälle jakaen useat kollageenikerrokset. Cruraali faskia ja retinaculumit muodostuvat 2-3 kerroksesta, joissa on yhdensuuntaisia kollageenisäikeitä. Cruraali faskiassa kollageenisäikeet edustavat vähemmän kuin 20 % koko faskian volyyymistä. Retinaculumissa säieniput ovat tiiviimmin pakkautuneet ja löyhää sidekudosta on vähemmän. (Stecco ym. 2010, 5.)

Superior extensor retinaculum näyttäytyy poikittaisena cruraali faskian paksuuntumana tibiotarsaaliniivelen proksimaalipuolella. Se kiinnittyy mediaalisesti sääriluun anterioriseen pintaan, jatkuen siitä sen periosteumin kautta lateraalisesti pohjeluuhun. Retinaculumeissa on suuri vaihtelu säikeiden paksuudessa ja suunnassa riippuen kohteesta. Kooltaan extensoreiden retinaculumit ovat kaikista ulottuvimpia ja laaja-alaisimpia nilkan retinaculumeista. Suurimmaksi osaksi säikeet ovat poikittain suuntautuneita, muutaman säikeen ollessa vinossa ja suuntautuessa mediaalisesti. M. tibialis anteriorin, m. extensor digitorum longuksen ja m. extensor hallucis longuksen lihasten jänteet kulkevat superior extensor retinaculumin alta. (Stecco ym. 2010, 3; Palastanga ym. 2002, 295.)

Inferior extensor retinaculum on helpoimmin tunnistettava retinaculum nilkassa. Se esiintyy Y-muotoisena ja sen runko kulkee distaalisesti tibiofibulaarinivelestä kiinnittyen taluksen etupuolelle ja nilkkanivelen kapseliin. Inferior extensor retinaculum on yhteydessä plantaarifaskiaan sekä jalan fleksoreiden muodostamiin rakenteisiin. Monet lihassäikeet,

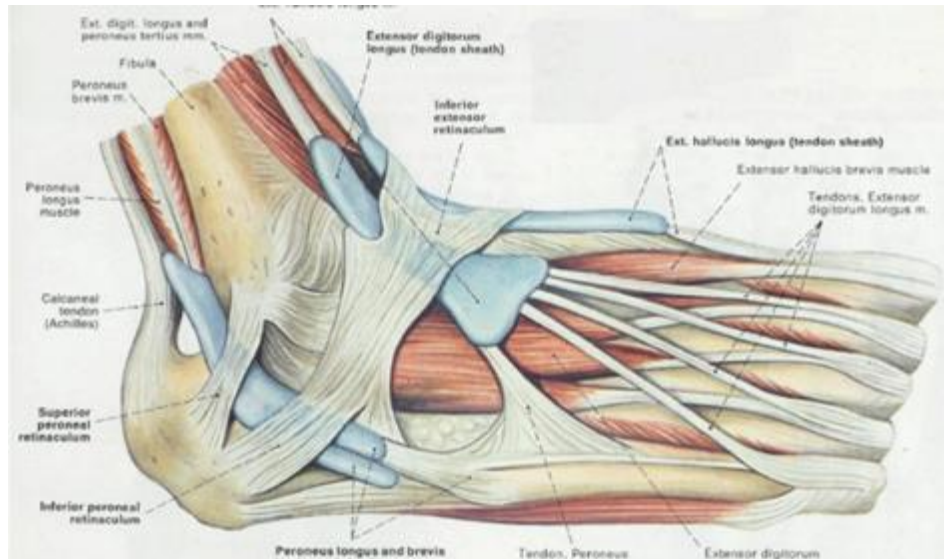
kuten m. extensor digitorum brevis ja m. extensor hallucis brevis, kulkevat inferior extensor retinaculumin alta. Myös etummaisat säären verisuonet sekä syvä peroneushermo kulkevat syvällä extensor retinaculumien alla. (Stecco ym. 2010, 3; Palastanga ym. 2002; 296.)

Flexor retinaculum muodostuu kahdesta kerroksesta; pinnallisesta ja syvästä. Pinnallinen kerros ulottuu mediaalisen malleolin posteriorisesta osasta kantaluun mediaali pintaan, muodostaen tarsiin tunnelin. M. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus ja m. tibialis posterior lihasten jänneet kulkevat sen alta. Tunnelista kulkevat myös taaimmaisat säären verisuonet sekä säärihermo. Jokainen jänne on ikään kuin koteloitu omaan kalvotuppeensa. Pinnallisen kerroksen anteriorinen osa muodostaa säiekehän, jossa on m. adductor hallucis lihaksen lähtökohta. Posteriorinen osa käärii sisäänsä kantaluun jänneen ja jatkuu sen myötä ylemmän peroneus retinaculumin kanssa. Syvä kerros ulottuu mediaalisesta malleolista mediaaliseen calcaneuksen pintaan, antaen lähtökohdan m. quadratus plantae lihakselle. (Stecco ym. 2010, 3-4; Palastanga ym. 2002, 295.)



KUVA 6. Nilkan faskiarakenne mediaalipuolelta. (Elliot's world 2014.)

Superior ja inferior peroneal retinaculumit ovat säikeisiä nauhoja nilkan lateraalipuolella sitoen m. peroneus longus ja brevis lihasten jänneet. Peroneus retinaculum jakautuu myös kahteen osaan. Superior retinaculum kulkee distaalisesti ja posteriorisesti lateraalista malleolista calcaneuksen lateraaliseen pintaan. Posteriorisesti se jakautuu pinnalliseen ja syvään kerrokseen. Pinnallinen kerros sisällyttää calcaneal jänneen jatkuen siitä pinnalliseen flexor retinaculumiin. Syvä kerros kulkee calcaneal jänneiden ja m. flexor hallucis longus lihaksen välistä. Inferiorinen peroneal retinaculum on jatkumoa inferior extensor retinaculumin pinnallisen kerroksen lateraaliselle haaralle. (Stecco ym. 2010, 4.)



KUVA 7. Nilkan faskiarakenne lateraalipuolella. (Fitzgordon 2018.)

Stecco ym. (2010) kiteyttävät nilkan retinaculumit erikoistuneeksi muodostelmaksi faskian kerroksia. Se ei ole pelkkä nilkkanivelen tukirakenne, joka vaikuttaa nilkan stabilisaatioon ja pitää jänteet paikallaan. Sen sijaan retinaculumia pitäisi enemmänkin pitää jalan faskian proprioseptiikkaan erikoistuneena aistinelimenä, joka aistii jalan ja nilkkanivelen liikkeitä, ja potentiaalisesti siirtää aisteja eteenpäin polveen, lonkkaan ja aina aivoihin saakka. (Lesondak 2017, 80.)

6 NILKAN LIIKE JA FASKIAALINEN LIIKKEENHALLINTA

6.1 Liike ja liikkuminen

Liike ja liikkuminen ovat ihmiselle päivittäistä sekä luontaista toimintaa, jonka pohjana toimivat asennot. Asennon määrittelyssä voidaan käyttää monenlaisia näkökulmia ja tapoja. Yksi tapa määritellä asentoa on ruumiin tai kehonosien hetkellinen sijaintitapa. Toinen tapa kuvaa asentoa hetkelliseksi tai pitempiaikaiseksi staattiseksi tilaksi, jolloin vartalon eri osat ovat suhteessa toisiinsa sijaintinsa kautta. Liike voidaan puolestaan ajatella muodostuvan peräkkäisten asentojen sarjoista, jotka yhdistyvät toisiinsa sisäisten ja ulkoisten voimien avulla. Jotta liikkeenhallinta ja toteutus ovat mahdollisia, tulee ihmisen ensin hallita asentonsa sekä liikkeen aikana tapahtuvat asennon muutokset. Monien liikkeiden aikana asennoissa tapahtuu muutoksia, joissa ihminen ei pysäytettynä pystyisi ylläpitämään asentoaan. Asennon muutoksen tapahtuminen liikkeen yhteydessä auttaa tasapainoa säilymään ja tekee sujuvan liikkeen toteuttamisesta mahdollista. Motorisella tasolla tarkasteltuna asennon muutokset sarjana ja liike eivät ole täysin sama asia, vaan liikkeen suorittaminen vaatii enemmän motoriselta järjestelmältä kuin sarja asentoja. (Kauranen 2011, 198.)

Ihmisen liikkuminen on monimutkainen ilmiö erilaisista tapahtumista, jotka sitovat monia kehon toimintoja. Ilmiön keskiössä on biotensegriteetti. Se on konsepti, missä luurankomme luiden oletetaan pysyvän yhdessä lihastonuksen avulla, jossa lukuisat viskoelastiset lihasketjut toimivat jännityksen mukaan. Biotensegriteettijärjestelmän mukaan, kun liike tapahtuu, koko tuki- ja liikuntaelimistö mukautuu jatkuvasti liikkeen aikana aiheuttaen globaalisti tunnistettavan mallin tapahtumisen. Uusimpien anatomisten tutkimusten mukaan lihaksia ei voida katsoa vain itsenäisinä anatomisina rakenteina, jotka vain yhdistävät luita. Vaan liike koostuu monista yhdistyneistä lihassarjoista, jotka ulottuvat koko tuki- ja liikuntaelimistöön luoden pitkän moninivelisen viskoelastisen myofaskiaalisen lihasketjun. (Dischiavi, Wright, Hegedus & Bleakley 2018.)

Faskia voi muokata itseään tarpeidemme mukaan. Mekanotransduktion eli mekaanisen voiman muuttuessa signaaliksi voiman käyttö kudoksessa aiheuttaa kemiallisen vasteen, joka usein johtaa fyysisiin muutoksiin. Voiman käyttö faskiassa voi lisätä kollageenin

tuotantoa ja johtaa muutoksiin tiheydessä, muodossa tai säikeiden järjestyksessä faskiassa. Luomme ja kehitämme fyysistä kuntoamme tavalla, jolla liikumme, koska liikkeemme kertovat kehollemme mitä haluamme siltä. Jos liikumme liikaa ja emme anna keholle tarpeeksi aikaa palautua tai faskiamme on liian tiukka, voimme tuottaa liikaa kollageenia. Liiallinen kollageeni lisää kireyksiä ja loukkaantumisen riskiä. (Wylde 2017, 16.)

Liikkuminen lisää kollageenin määrää, joka luo vahvan ja tiukan faskian tukemaan kehomme liikkeitä ja estämään epävakautta ja vammoja. Liiallinen jännitys kehossa ja vääränlainen harjoittelu voi myös johtaa liian kireään faskiaan. Jotta voimme liikkua joustavasti ja sulavasti faskiajärjestelmämme tulee antaa käyttöömmme luonnollisen liikelaajuutemme kokonaan. (Wylde 2017, 17.)

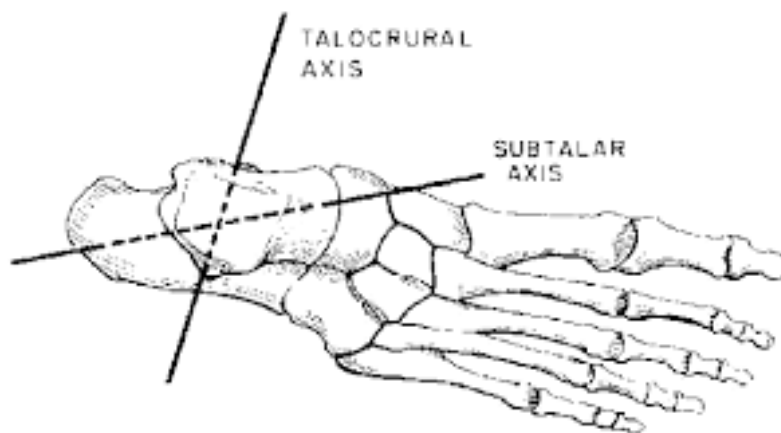
Kuten jo aikaisemmin on todettu, löyhän sidekudoksen kerroksia on kaikkien lihasten faskioiden välissä. Niiden tärkeimpänä tehtävänä on helpottaa lihasten välissä tapahtuvaa liukumista sekä muodostaa lihasten väliset yhteydet. Raajoissa faskian rakenne on poikkeava verrattuna vartaloon. Vartalon alueella voidaan erotella kolme kerrosta, mutta raajoissa faskiat eivät ole järjestäytyneitä. Niissä aponeuroottinen faskia ympäröi koko raajaa, josta lähtee erinäisiä kalvoja lihasten välille. Raajojen aponeuroottinen faskia on yhteydessä vartaloon, sillä se muodostuu vartalon isojen lihasten jänteisistä laajennuksista. Raajoissa lihakset kiinnittyvät aponeuroottiseen faskiaan suoraan tai jänteisillä laajentumillaan. (Stecco 2018, 14.)

6.2 Nilkan biomekaniikasta

Nilkkanivelkompleksin tärkeimmät liikkeet ovat sagittaalitasossa tapahtuvat plantaari- ja dorsifleksiot, horisontaalitasossa tapahtuvat adduktio ja abduktio sekä frontaalitasossa tapahtuvat inversio ja eversio. Näiden liikkeiden yhdistelmät sekä ylemmässä (talocruraalinivel) että alemmassa nilkkanivelessä (subtalaarinivel) luovat kolmiulotteisia liikkeitä, joita ovat supinaatio ja pronaatio. Supinaatiossa plantaarifleksio, inversio ja adduktio aiheuttavat jalkapohjan mediaalisen liikkeen. Pronaatiossa dorsifleksio, eversio ja abduktio vaikuttavat jalkapohjan asentoon lateraalisesti. (Brockett & Chapman 2016.)

Ylemmässä nilkkanivelessä on havaittu olevan tutkimusten mukaan moniakselista liikkettä, jolloin sen toiminnassa dorsifleksion aikana näkyisi myös sisäistä kiertoa sääressä. Plantaarifleksion aikana taas kiertoa esiintyy ulkoisesti sääressä. On kuitenkin olemassa näyttöä myös siitä, että ylempi nilkkanivel olisi vain yksiakselinen. Tutkimuksissa on havaittu, että kiertymisliikettä esiintyisi nivelessä vinon akselinsa ympäri. Erilaiset anatomian tutkimukset ovat korostaneet kiertymisen vaihteluiden johtuvan nivelen liikkeenmuutoksista, jotka aikaan saavat kiertymistä pyörimisakselin ympärillä. On esitetty olevan erikseen plantaarifleksioakseli, joka kulkee ylöspäin kohti nilkan lateraalista puolta, sekä dorsifleksioakseli, joka suuntaa alaspäin ja lateraalisesti nivelessä. Akselit ovat yhdensuuntaisia poikittaistasossa, mutta ne voivat vaihdella jopa 30 asteen kulmassa. Akselit eivät pysty toimimaan yhtä aikaa, joten siirtymän akseleiden välillä liikkeen aikana arvioidaan tapahtuvan lähellä nivelen neutraalia asentoa. (Brockett & Chapman 2016.)

Alemman nilkkanivelen akseli kulkee myös vinossa, kulkien takaa eteenpäin muodostaen noin 40 asteen kulman sagittaalitasossa kulkevan akselin kanssa. Samalla tavalla kuin ylempi nilkkanivel alempi nilkkanivel luo useita liikkeitä plantaari- ja dorsifleksion yhteydessä. Liikkeet aikaan saavat nivelessä pronaatation ja supinaatation. (Brockett & Chapman 2016.)



KUVA 8. Nilkan liikeakselit. (University of Oklahoma, Health sciences center.)

Nilkkanivelen liikelajuuudessa on havaittu olevan maantieteellisiä ja kulttuurillisia eroavaisuuksia päivittäisen aktiivisuuden mukaan. Pääasiallinen liike nilkassa tapahtuu plantaari- ja dorsifleksiosuuntaisesti. Tutkimuksissa on todettu kokonaisliikelajuuuden olevan 65-75 astetta, josta 10-20 astetta on dorsifleksiota ja 40-55 astetta plantaarifleksiota. Alemman nilkkanivelen kokonaisliikelajuuus on noin 35 astetta, jolloin 23 astetta liike-

laajuudesta tulee inversiosta ja 12 astetta eversiosta. Nivelten liikkeiden erottelusta nilkkanivelissä on viime aikoina luovuttu, sillä nilkkanivelten tiivis yhteistyö on osoittanut liikkeisiin osallistuvan molempien nivelten. (Brockett & Chapman 2016.)

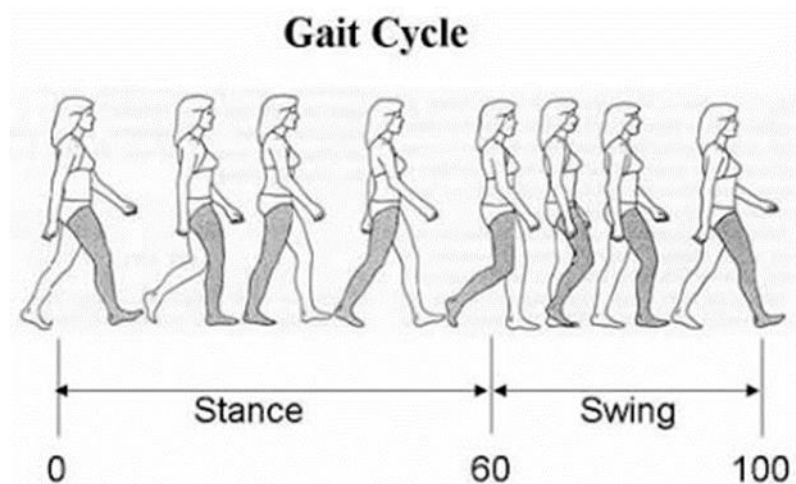
6.3 Nilkan toiminta seisoma-asennossa

Kehon huojuntaa korjaamaan käytetään erilaisia strategioita. Strategioilla on omat tehtävänsä asennon ja liikkeen korjauksessa sekä lisäksi tasapainon hallinnassa. Strategioiden herkkyys on yhteydessä ihmisen kykyyn säilyttää vertikaalinen asentonsa. Tärkeimpiä kehon huojuntaa korjaavia strategioita ovat nilkka-, lonkka- ja askellusstrategiat. (Sandström & Ahonen 2011, 169.) Strategiat ovat kaikille ihmisille ominaisia ja kaavamaisia stereotyyppioita, joiden avulla pyritään säilyttämään tasapainoa sekä tasapainottamaan kehoa. Strategioita voidaan vaihdella eri elämän vaiheissa ja tilanteissa, jolloin käytössä olevaan strategiaan vaikuttavat muun muassa ikä, rakenteelliset tekijät sekä motorinen suorituskyky. Strategiat pohjautuvat lihassynergioiden pohjalle. Synergialla tarkoitetaan yhteisvaikutusta, jossa joukko lihaksia toimii yhteisenä ryhmänä muodostaen toiminnallisen kokonaisuuden. Kokonaisuus on enemmän kuin sen luomien lihasten summa, jolloin sen kontrollointi on nopeampaa ja yksinkertaisempaa keskushermostossa. (Kauranen 2011, 183.)

Nilkkastrategia on kehon alin huojuntaa korjaava strategia. Sen tarkoituksena on korjata ylemmän nilkkanivelten korjaavia liikkeitä, jotka tapahtuvat dorsifleksio-plantaarifleksiosuunnissa. Sen tarkoituksena on siis korjata ihmisen huojuntaa eteen-taakse-suunnassa. Myös alemmassa nilkkanivelessä on oma nilkkastrategiansa, mutta liikesuunnat ovat inversio ja eversio. Huojuntaa tapahtuu siis sivuttaissuunnassa, johon liittyy painonsiirto samaan aikaan. Alemman nilkkanivelten strategiaan nivoutuu myös laajemmalla tasolla alaraajan ja nilkan pronaatio-supinaatio. Telaluun ollessa vahvoilla nivelsiteillä kiinni sääri- ja pohjeluussa, sen liikkeet osallistuvat myös säären liikkeisiin. Nilkkastrategia vaikuttaa lonkkanivelten kautta myös lantioon, sillä kävellessä esiintyvä sivuttainen huojunta alaraajalta toiselta vaikuttaa koko alaraajaan kiertoliikkeen kautta. Kävellessä painoa kannatteleva jalka ja nilkka tekevät supinaatiosuuntaisen liikkeen, jonka seurauksena alaraaja kiertyy ulospäin. Kevennettynä oleva jalka ja nilkka liikkuvat pronaatioon, mikä aiheuttaa alaraajaan sisäkierron. Tämän vuoksi frontaalitason sivusuuntaiseen huojuntaan yhdistyy horisontaalitason rotaatiota alaraajassa. (Sandström & Ahonen 2011, 169-170.)

Nilkkastrategiaa ihminen käyttää yleensä hyväkseen pienissä ja hitaissa ulkoapäin tulevissa tönäisyissä ja tasapainon menetyksissä. Lihasaktivaatio ja voimatasot lihaksissa ovat vahvemmat eteenpäin suuntautuvissa horjahduksissa. Lihasaktivaatiot synergiassa leviävät raajoissa kauimmista osista vartaloa kohti, jolloin ensimmäisenä aktivoituvat pohje- ja säären etuosan lihaksistot. Lihasaktivaation ja lihasvoiman lisäksi horjahduksen estäminen vaatii nilkkaniveleltä normaalia liikelaajuutta, jolloin varsinkin ylemmän nilkkanivelen liikkuvuus korostuu. (Kauranen 2011, 183-184.)

6.4 Nilkan toiminta kävelyssä



KUVA 9. Kävelysykli. (Waddel)

Kävelysykli määritellään kantapään ensimmäisestä kontaktista alustaan seuraavaan saman jalan kantapään kontaktiin. Kävelysykli jaetaan kahteen osaan; kuormitusvaihe koostaa noin 60 % kävelysykliin käytettävästä ajasta ja heilahdusvaihe noin 40 %. (Perttunen 2002, 15.) Yhdessä vaiheet vievät kehoa eteenpäin tilassa (Moore, Schurr, Wales, Moseley & Herbert 1993). Keskimäärin kävelysykli kestää noin yhden sekunnin ajan. Kuormitusvaihe voidaan edelleen jakaa ensimmäiseen kaksoistukivaiheeseen, jota seuraa yhden jalan tukivaihe ja sen jälkeen toinen kaksoistukivaihe. Kuormitusvaiheen alussa kantapää on kontaktissa alustaan, edistäen jalkapohjan kontaktin muodostumista yhden jalan tukivaiheen aikana, johtaen kaksoistukivaiheeseen, jota seuraa varvastyöntö lopettaen kuormitusvaiheen. (Perttunen 2002, 15.)

Kuormitus- ja heilahdusvaiheista voidaan erotella kahdeksan erilaista toiminnallista vaihetta. Viisi vaiheista tapahtuu kuormitusvaiheen aikana ja kolme heilahdusvaiheessa. Ensimmäiset kaksi vaihetta sisältävät kontaktin ja painon vastaanoton. Keski- ja loppuvaiheet tapahtuvat yhden jalan tukivaiheen aikana, jonka jälkeen alkaa esiheiladusvaihe, mikä on kuormitusvaiheen viimeinen vaihe. Tämän jälkeen toteutuvat heilahdusvaiheen kolme vaihetta; alkuheiladus, keskiheiladus ja loppuheiladus. Alkuheiladuksen aikana alaraaja kiihdyttää vauhtiaan lonkan ja polven koukistuksen yhteydessä, jolloin nilkassa tapahtuu dorsifleksio. Keskiheiladus tapahtuu, kun liikkeessä oleva raaja on linjassa tukijalan kanssa. Loppuheiladuksen aikana alaraaja valmistautuu kontaktiin alustan kanssa, jolloin hamstringlihakset kontrolloivat lähestyvää kontaktia. (Perttunen 2002, 15.)

Kuormitusvaiheen ensimmäinen vaihe on kantaisku, jonka aikana kantapää ottaa ensimmäisen kontaktin alustaan. Vaiheen aikana ylemmän nilkkanivelen asento on neutraali. Kantaiskun yhteydessä alempi nilkkanivel on supinoituneena, jonka vuoksi sääressä esiintyy ulkokiertoa. Toisen vaiheen eli kontaktivaiheen aikana ylemmän nilkkanivelen asento muuttuu noin 5-10 astetta plantaarifleksioon, jolloin nilkassa tapahtuu iskun vaimennusta. Kontaktin tapahtuessa alusta aiheuttaa kantapäähän vastavoiman, joka aiheuttaa alemman nilkkanivelen asennon muutoksen pronaatioon. Pronaation tehtävänä nimetään on vaimentaa kontaktin aiheuttamaa iskua. Lisäksi iskua vaimentavaa m. tibialis posterior-lihas, joka supistuessaan jarruttaa pronaatiota. Pronaation aikana alempi nilkkanivel muuttaa jalan taka- ja keskiosan instabiiliksi, jolloin jalkaterä voi mukautua mahdollisiin alustan epätasaisuuksiin. (Torkki 2008; Streifeneder.)

Kolmannessa vaiheessa eli keskitukivaiheessa ylemmän nilkkanivelen asento muuttuu noin 5 astetta dorsifleksioon. Vaihe alkaa, kun toinen alaraaja irtoaa kokonaan alustalta ja päättyy toisen alaraajan kantapään irtoamiseen alustalta eli vaiheen aikana paino on kokonaan toisen alaraajan päällä. Keskitukivaiheen aikana tukijalan tulee stabiloitua toisen alaraajan heilahdusliikkeen ajaksi, jotta kontrolloitu alaraajan tuominen takaa eteen onnistuu. Tukijalassa tapahtuu vaiheen aikana säären ulkokiertoa, minkä vuoksi telaluu kääntyy sisäänpäin nilkkanivelessä aiheuttaen alemman nilkkanivelen supinaation. Vaiheen aikana tapahtuu siis kontrolloitu eteenpäin suuntaava liike sääressä ja kehon painopiste siirtyy eteenpäin. (Torkki 2008; Streifeneder.)

Keskitukivaihetta seuraa lopputukivaihe, jonka aikana ylemmässä nilkkanivelessä dorsifleksion määrä lisääntyy noin 10 asteeseen. Dorsifleksion lisääntyessä kantapää nousee alustalta kontrolloidusti. (Streifeneder.) Kantapään nousu vaatii aktiivista lihastyötä ponnistuksen saavuttamiseen, jolloin etujalalta vaaditaan maksimaalista stabiliteettia seuraavan kantaiskun vastaanottamiseen. Samaan aikaan kehon paino lähtee siirtymään eteenpäin. Kehon massakeskipisteen siirtyessä etujalan yli, sitä seuraa kiihtyvä alaspäin suuntautuva liike. Alemmassa nilkkanivelessä tapahtuu akillesjänteen välityksellä pronaatiota tai supinaatiota, riippuen missä asennossa nivel on vaiheen aikana. (Torkki 2008.) Viimeinen kuormitusvaiheen vaihe on esiheilahdus, jonka aikana ylemmän nilkkanivelen plantaarifleksio lisääntyy entisestään noin 15 asteeseen. Vaiheen aikana varvas irtoaa alustalta, jolloin tarvittava voima heilahduksen aloitukseen saavutetaan. (Brockett & Chapman 2016.)

Heilahdusvaihe voidaan jaotella kolmeen vaiheeseen; alku-, keski- ja loppuheilahdus. Heilahdusvaihe alkaa, kun varvas irtoaa alustasta ja päättyy toisen alaraajan kantaiskuun. Vaiheen aikana alaraaja siirtyy eteenpäin pisteeseen, missä alaraaja on lantion etupuolella, lopettaen kuormitusvaiheen, jonka aikana alaraaja on lantion takapuolella. Heilahdusvaiheen onnistuminen vaatii tiettyjä fysiologisia vaatimuksia. Alaraajan tulee heilahdtaa eteenpäin ja tukijalan tulee stabiloitua, jotta heilahtava alaraaja voi irrota alustasta. Tärkeimmät kinemaattiset tapahtumat liikkeen mahdollistumiseen ovat lonkan ja polven koukistus sekä nilkan dorsifleksio. (Moore ym. 1993.)

Alkuheilahduksen aikana ylemmän nilkkanivelen plantaarifleksio vähenee 5 asteeseen eli nivelessä tapahtuu dorsifleksiota. Dorsifleksion lisääntyminen avustaa alaraajan noususta irti alustasta ja ehkäisee näin ollen kaatumisia sekä kompasteluja. Heilahdusvaiheen kahdessa viimeisessä vaiheessa nilkan asento vakiintuu neutraaliasentoon sekä valmistautuminen loppuheilahduksen jälkeiseen kantaiskuun ja seuraavaan kuormitusvaiheeseen alkaa. (Streifeneder; Brockett & Chapman 2016.)

6.5 Liikkeenhallinta faskian näkökulmasta

Yksi tärkeimmistä tekijöistä, joka mahdollistaa faskiaalisen liikkumisen on hyaluronihappo (HA). Faskiassa, joka ympäröi niveliä ja tarvitsee suuremman liikelaajuuden, on

todettu olevan enemmän HA:ta. Nivelissä olevissa retinaculumeissa, jotka ovat erikoistunutta aponeuroottista faskiaa ja joissa liikkeet ovat intensiivisimpiä, on suurimmat määrät hyaluronihappoa. HA:lla on suuri rooli kudoksen nesteytyksessä, liukuvien pintojen voitelussa sekä spesifisten signaalireittien aktivoitumisessa. Lisäksi sillä on tärkeä voitelutoiminto faskian ja sen alla olevien lihasten, luiden ja nivelten sekä faskiakerrosten välillä. Terve faskia vaatii tietyn määrän HA:a, jotta se voi sallia tarkoituksenmukaista liukumista sekä syvän faskian normaalia toimintaa. (Fede, Angelini, Stern, Macchi ym. 2018.)

Motorinen yksikkö koostuu lihassäikeistä, motorisesta hermosta sekä lihassukkulasta. Motorisen yksikön lihassäikeiden supistumisperiaate on ”kaikki tai ei mitään”. Jokainen kehon lihas sisältää useita motorisia yksiköitä. Jos aivot kontrolloisivat jokaisen motorisen yksikön toimintaa, olisi liikeyhdistelmien ohjaaminen keskushermostolle todella vaikeaa. Tämän vuoksi endomysiumin, perimysiumin ja epimysiumin välityksellä toimiva lihassukkuloiden ja faskian välinen yhteistyö helpottaa aivojen tehtävää yhdistäen useamman motorisen yksikön toiminnan. (Stecco 2018, 22.)

Samansuuntaiset motoriset yksiköt jakautuvat useisiin eri lihaksiin liikesuuntien perusteella. Jos liike tapahtuu tiettyyn suuntaan, kaikki motoriset yksiköt osallistuvat liikkeen tuottamiseen. Kävelyn aikana m. soleus ja m. gastrocnemius lihasten retrosuuntaan järjestäytyneet lihassäikeet lihasten mediaali- ja lateraalipäissä aktivoituvat. Kävelyn aikaansaama liike pronaatiosta supinaatioon venyttää faskiaa, joka aktivoi ensin lihasten lateraalipään motoriset yksiköt ja sen jälkeen mediaalisen pään. Näin ollen faskian venytykseen on yhteydessä jokaisen tahdonalaisen lihaksen motoristen yksiköiden toiminta. (Stecco 2018, 22.)

6.5.1 Faskiaalinen hermotus

Hermo on koteloitu kimppu aksoneita, joka tarjoaa jäsennellyn tien hermoimpulssien kuljettamiselle aivoista, aina keskushermostosta ääreishermostoon ja takaisin efferenttia ja afferenttia järjestelmää pitkin. Hermot ovat lihasten tapaan faskian peittämiä. Tällaista faskiaa kutsutaan usein aivokalvon faskiaksi (meningeal fascia). Vaikka nimeämisen vuoksi erottelu saattaa olla hyödyllistä, aivokalvon faskia on silti samaa faskiarakennetta läpi koko faskiajärjestelmän. (Lesondak 2017, 74-76.)

Ääreishermoston perusanatomia faskioiden kannalta muistuttaa paljon lihaksien kolmi-kerroksista faskia-jaottelua kimppuineen ja faskia-putkineen. Jokainen aksoni on kääriytynyt löyhän sidekudoksen kerrokseen, jota kutsutaan endoneuriumiksi. Endoneurium peittää aksonin sen koko pituuden matkalta. Se sisältää myös hermon nestettä, jota pidetään vastaavana keskushermoston selkäydinnesteen kanssa. Ryhmästä aksoneita koostuu kimppu, jota ympäröi perineurium. Perineurium on tiivis kerros sidekudosta, joka voi paksuudeltaan vaihdella yhden ja kuuden kerroksen välillä. Kun nämä perineuriumkimput kootaan edelleen yhteen ja sidekudoksen sisään, koostuu koko hermon sisäänsä sulkeva epineurium-sidekudoskerros. Epineurium on löysempää sidekudoskerrosta, joka sallii hermolle liikkumisvaraa ympäristöstä riippumatta. Nämä kerrokset suojaavat ja pehmentävät hermoon kohdistuvaa painetta. Anatomisesti epineurium on jatkuva keskushermoston kovakalvon kanssa, muodostaen täten uuden faskiaalisen yhteyden aivoihin. (Lésondak 2017, 74-76.)

6.5.2 Faskiaaliset mekanoreseptorit ja proprioseptinen järjestelmä

Proprioseptiikka on määritelty yksilön kyvyksi yhdistää aistisignaalit lukuisista mekanoreseptoreista ja siten määrittämään kehon asennon ja liikkeen (Han, Anson, Waddington, Adams & Liu, 2015). Proprioseptiikka voidaan myös määritellä ”lihaksen tuntona” tai ”liikkumisen aistina”. Sitä voidaan kuvata myös synonyyminä sanalle liikeaisti, mutta se sisältää tasapainon, joka ei liity liikeaistiin. (Rantala & Raisamo 2011.) Proprioseptiikalla on ratkaiseva rooli tasapainon hallinnassa. Teoriassa, proprioseptinen informaatio jokaisesta kehonosasta edistää tasapainon hallintaa. (Han ym. 2015.)

Proprioseptiset reseptorit sijaitsevat nivelkapseleissa, ligamenteissa, jänteissä, faskiassa ja lihaksissa. Ne ovat jatkuvasti yhteydessä keskushermoston kanssa ja lähettävät tietoa tuki- ja liikuntaelimestöstä. Proprioseptinen aistihavainto antaa tietoa siitä mitä kehon sisällä tapahtuu tuki- ja liikuntaelimestön näkökulmasta. Ne käsittävät monia toimintoja, kuten nivelten asennon muutokset, liikkeen suunnan ja nopeuden, kehon suhteen painovoimaan sekä lihastyön. (Browne 2006, 20-21.) Proprioseptinen järjestelmä kokonaisuudessaan on suljettu systeemi, joka tarjoaa tietoa kehon tilasta sisäisesti. Se muun muassa ilmaisee, liikkuko keho vaadittuun suuntaan sekä antaa tietoa siitä, kuinka kehon eri osat

ovat toisiinsa nähden sijoittuneet. (Rantala & Raisamo 2011.) Emme pysty rekisteröimään kaikkea tietoa mitä saamme proprioseptiikan kautta, sillä osa siitä käsitellään alitajunnassa, mutta päätökset perustuen saatuun tietoon ovat keskiössä motorisessa oppimisessa (Browne 2006, 20-21).

Faskiaaliset mekanoreseptorit ovat aistinsoluja. Faskiaalisiksi niitä kutsutaan siksi, koska niitä on hyvin runsaasti koko faskiajärjestelmässä, ja mekanoreseptoreiksi siksi, koska aistinsoluja stimuloi jokin mekaaninen ärsyke, kuten paine tai värähdys. Schleipin (2011) mukaan mekanoreseptoreiden ja koko faskian hermojärjestelmän kautta välittyvä aisti-informaatio on suurempi, kuin esimerkiksi näköaistin kautta välittyvä tieto. Hän kuvaa faskiaa koko kehon suurimmaksi aistinelimeksi. (Lesondak 2017, 76.)

Faskiaalisia mekanoreseptoreita on viittä eri tyyppiä, jotka välittävät proprioseptistä aisti-informaatiota (Lesondak 2017, 76). Kukin mekanoreseptori on herkistynyt tietylle ärsykekeelle. Niiden tehtävänä on muuttaa aistisignaalit keskushermoston ymmärtämään muotoon, jotta keskushermosto pystyy säätelemään motoristen yksiköiden toimintaa. Tasapainon kannalta tärkeimpiä aistinreseptoreita ovat Golgin jänne-elimet, lihassukkulat, ihon hermopäätteet, nivelten proprioseptorit sekä vapaat hermopäätteet. Tasapainon kontrolloinnin ja säilyttämisen kannalta tärkeitä aistinsoluja ovat lisäksi etenkin jalkapohjan reseptorit. Ne välittävät tietoa siitä, kuinka paino jakautuu jalkapohjan, nilkan ja niiden eri osien välillä. (Kauranen & Nurkka 2010, 349-350.)

Lihasspindelit ovat aistinreseptoreita lihaksen sisässä. Ne on koteloitu faskiakerroksen sisään, joka on perimysiumin jatkeena. Luurankolihasien solujen mukaisesti järjestäytyneinä, lihasspindelit aistivat sekä lihaksen pituutta, että siinä tapahtuneita muutoksia, joissa on sekä primaarisia että sekundaarisia hermopäätteitä. Primaariset hermopäätteet vastaavat nopeasti välittyvästä tiedosta lihaksen pituuden ja koon muutoksissa. Sekundaariset hermopäätteet taas aistivat vain pituuden muutoksia, ei nopeuden. (Lesondak 2017, 76-77.) Lihasspindelillä on tärkeä tehtävä asennon säilyttämisessä, vaikkei ihminen sen toimintaa tiedostakaan. Esimerkiksi istuma- tai seisoma-asennossa ihmiskehon lihakset joutuvat jatkuvasti työskentelemään painovoimaa vastaan pystyasennon säilyttämiseksi, sillä tiettyä lihasjännitystasoa on pidettävä yllä. Tämä lihasjännitystaso pysyy yllä lihaksen lihasspindelin tuottaman ojennusheijasteen vuoksi. Maan vetovoiman aiheuttamat toistuvat pienet lihasvenytykset vartalon ojentajalihaksissa aktivoivat lihasspindeleitä. Pystyasennon säilyttämiseksi lihasspindelit lähettävät hermoimpulsseja,

jotta relfeksikaari ylläpitää sopivaa aktiivaatiotasoa sekä tonusta ojentajalihasten lihassolussa. (Kauranen & Nurkka, 349.)

Golgin jänne-eliimiä tai Golgin reseptoreita on kauttaaltaan syvässä faskiassa. Niitä löytyy muun muassa jänteistä, ligamenteista, nivelkapseleista, kalvojänteen kiinnityskohdista ja lihasjänne liittymiskohtien lihasosuuksista. Golgin reseptorit valvovat jännitystasoja ligamenteissa ja jänteissä. (Lesondak 2017, 77-78.) Ne lähettävät tiheästi hermoimpulsseja keskushermostolle aktiivisen lihassupistuksen aikana. Keskushermosto saa Golgin jänneelimen kautta jatkuvaa informaatiota lihasten eri asennoista sekä nivelten liikkeistä. (Kauranen & Nurkka 2010, 349.) Kun lihaksessa tai jänteessä tapahtuu venytystä, Golgin reseptorit reagoivat siihen laskemalla lihaksen tonusta. Tämä on suojaava reaktio, joka tapahtuu vain lihassupistuksen ollessa aktiivisesti tuotettu. Tämä sen vuoksi, koska Golgin reseptorit ovat järjestäytyneet sarjassa lihassolujen ja jänteiden kanssa. Pienet, isometriset supistukset ovat riittäviä aktivoimaan Golgin reseptorit. On olemassa vielä harvinaisempia Colgi-Mazzonin keräsiä, jotka valvovat niveleen kohdistuvia voimia. Niitä on löydetty runsaasti polvinivelen lisäksi myös nilkan retinaculumeista. (Lesondak 2017, 77-78.)

Pacinin keräsiä on lihasjänne liittymiskohtien jänneosissa, syvissä nivelkapselien kerroksissa, epimysiumissa, selkärangan ligamenteissa ja fasettinivelissä. Ne reagoivat äkillisiin, nopeisiin paineen ja tärähdyksien muutoksiin lisäämällä sekä proprioseptiota että motorista kontrollia. Ruffinin keräsiä on taas raajojen nivelten ligamenteissa, kovakalvossa, nivelkapselien säiemäisessä uloimmassa kerroksessa sekä kudoksissa, joihin kohdistuu säännöllinen venytys, kuten iho ja pinnallinen faskia. Ne valvovat tärähdyksiä, painetta ja etenkin voimansiirtoa. Pacinin, Ruffinin sekä Golgi-Mazzonin keräsiä on tutkimusten mukaan löydetty runsaasti nilkan retinaculumeista. (Lesondak 2017, 79-80.)

Viides tyyppi mekanoreseptoreista ovat soluväleissä sijaitsevat reseptorit (interstitial receptors), jotka ovat faskian runsaimpia mekanoreseptoreita. Niitä kutsutaan myös vapaiksi hermopäätteiksi, ja niitä löytyy lähes joka puolelta kehoa. Vapaat hermopäätteet ympäröivät karvatuppia, ja niitä on luiden sisässä ja kaikkialla näiden välillä. Niitä on runsaasti pinnallisen ja syvän faskian liukupinnoilla sekä niiden välimaastossa. Vapaat hermopäätteet antavat keholle jatkuvaa palautetta jännityksen ja paineen mekaanisista muutoksista, stressistä, tunnosta ja lämpötilasta. Joillakin vapailla hermopäätteillä on au-

tonomisia toimintoja, ja ne auttavat sydämen sykkeen ja verenpaineen säätelyssä. Vastamalla äärimmäisen kevyeen paineeseen (karvatupet) sekä hyvin raskaaseen paineeseen (perioosteum), stimuloituneet vapaat hermopäätteet lisäävät proprioseptiivista herkkyyttä. Hyperaktiiviset vapaat hermopäätteet saattavat olla myös syynä krooniseen myofaskiaaliseen kipuun. (Lesondak 2017, 80.)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyömme ensimmäisenä ohjaavana kysymyksenä halusimme selvittää, minkälainen on faskian rakenne sekä toiminta. Löysimme ja keskityimme uusiin, muutaman vuoden vanhoihin, tutkimusartikkeleihin sekä kirjallisuuteen aiheeseen liittyen. Faskia kudoksena ulottuu läpi koko kehon, muodostaen useita kerroksia. Sen toimintaa ja tarkoitusta on tutkittu useiden vuosien ajan ja käsitykset sen tärkeydestä liikkeessä, koordinaatiossa, kivussa ja vammoissa ovat saaneet vahvistusta tutkimusten myötä. Tutkimuksissa on tullut esiin faskian monimuotoinen rakenne, johon vaikuttaa vahvasti sen sijainti. Sijaintinsa perusteella faskiassa esiintyvät säikeet voivat muodostaa epäjärjestäytyneen tai järjestäytyneen rakenteen.

Faskian kerroksellisuudesta on olemassa useampikin eri teoria, mutta kaikille teorioille on kuitenkin yhteistä se, että faskia on hyvin hermotettua sekä aistiherkkää kudosta. Hermotuksen avulla faskia tarjoaa meille kattavan verkoston siitä, mitä kehossamme tapahtuu, miten se liikkuu sekä kuinka hahmotamme omaa kehoamme. Uusimpien tutkimusten mukaan faskiasta ei olisi erotettavissa kerroksia, vaan se olisi yhtenäistä mikrosolurakkluiden muodostamaa kudosta. Mikrosolurakklulat vastaavat faskian kyvystä mukautua sisäisiin ja ulkoisiin solussa tapahtuviin muutoksiin, jolloin ne pystyvät plastisuutensa ansiosta suorittamaan liikevariaatioita.

Faskia koostuu monista eri rakennusaineista, joilla kaikilla on omat tehtävänsä. Faskian perusta koostuu kollageenista, elastiinista ja perusaineesta, jotka mahdollistavat faskialle sen voimakkaan, venyvän ja nestepitoisen rakenteen. Faskian rakennusaineista tärkeimpien joukossa voidaan pitää fibroblasteja, jotka muodostavat kollageenia ja sallivat kommunikaation faskian sisällä luoden kahden solun välille jatkuvuutta. Tämä jatkuvuus luo mahdollisuuksia viedä eteenpäin informaatiota sekä havaita jännitystä kehossa, jolloin niiden merkitys faskiassa on sitoa yhteen kehomme eri osia ja niiden toimintoja. Telo-syytit ovat nousseet esiin faskiaan liittyvissä tutkimuksissa ja niiden todellinen rooli on vielä tuntematon. Sen verran on kuitenkin saatu selville, että niitä esiintyy sekä ihossa että faskiassa, jolloin ne muodostavat oman verkostonsa kudoksissa. Niiden ja fibroblastien vuoksi myös käsitys ihosta osana faskiaa on noussut esiin. Kerrosten välisessä liukumisessa on suuressa osassa hyaluronihappo, jota muodostavat faskiasyytit. Faskiasyytit

ovat erikoistuneita soluja, joiden merkitystä faskiassa tutkitaan ja selvitetään, sillä niiden uskotaan sijoittuvan erityisesti alueisiin, missä proprioseptiikkaa esiintyy enemmän.

Faskiasta voidaan erottaa useampaa erilaista kerrosta; pinnallinen ja syvä faskia, epimysium, endomysium ja perimysium sekä löyhä ja tiukkasäikeinen sidekudos. Kaikkien kerrosten koostumus ja rakenne poikkeavat toisistaan sekä ovat yhteydessä niiden vaatimiin ominaisuuksiin ja sijaintiin. Ominaisuudet ja sijainti ovat keskeisessä osassa siinä minkälaista faskian kerrosta tarvitaan. Kerrosten yhteistyö ja liukuminen toisiinsa nähdään takaa maksimaalisen hyödyn saamisen liikkeiden ja liikkumisen aikaansaamiseksi.

Seuraavat opinnäytetyötämme ohjaavat kysymykset käsittelevät nilkan toiminnallista rakennetta sekä nilkan faskiarakennetta ja sen proprioseptiikkaa. Nilkkanivelkompleksin rakenne on tutkittu aihe ja sen toiminnan tutkimiseen on myös panostettu. Aikaisemmin nilkkanivelten liikkeitä on ajateltu itsenäisinä ja liikkeet on pyritty erottamaan nivelten välillä. Nykyään ajatellaan nivelten liikkeitä enemmän kokonaisuutena, jossa kaikki nivelet osallistuvat kaikkien liikkeiden tuottoon yhdessä. Tämä on voitu todistaa nivelten akseleiden avulla, joissa tapahtuu asteittaisia muutoksia liikkeen yhteydessä. Toiminnallisesti nilkka osallistuu melkein kaikkiin pystyasennossa tehtäviin liikkeisiin, kuten seisominen ja kävely.

Seistessä nilkalla on tärkeä rooli tasapainon säilyttämisessä ja asennon ylläpidossa. Nilkkastrategia korjaa kehossa tapahtuvaa huojuntaa, jolloin sen vaikutus kohoaa alaraajaa pitkin aina lonkkanivelen kautta lantioon saakka. Tasapainon ylläpito vaatii riittävää määrää lihasaktivaatiota nilkassa, jotta horjahduksia pystytään korjaamaan. Huojunnan korjaus ja tarvittavan lihasaktivaation lisäksi nilkkaniveleltä vaaditaan sen normaalia liikelaajuutta. Kävelysykli voidaan jakaa kahdeksaan eri vaiheeseen, jotka jakautuvat kuoritus- ja heilahdusvaiheiden mukaan. Kävelyn yhteydessä nilkan nivelet osallistuvat askeleen eteenpäin viemiseen kävelyn jokaisessa vaiheessa sekä estävät meitä kompuroida. Nilkalta vaaditaan stabiliteettia, yhteistyötä ympäröivien rakenteiden kanssa sekä riittävää liikelaajuutta kävelyn onnistumisen takaamiseksi.

Nilkan faskiarakenne koostuu hyvin proprioseptisista retinaculumeista, jotka ovat syvän faskian paksuuntumia nivelissä. Ne tukevat jäniteitä ja auttavat niitä pysymään paikoillaan. Ne lisäävät nilkan stabiliteettia sekä estävät jäniteiden nousun liikkeiden yhteydessä. Retinaculumit kulkevat nilkassa poikittain erisuuntiin sekä eri kokoisina ja paksuisina.

Flexor-puolen retinaculumit ovat kooltaan kookkaimpia ja laaja-alaisimpia. Retinaculumissa voi myös itsessään esiintyä kerroksia ja ne voivat jakautua useampaan osaan paikasta riippuen. Retinaculumissa kollageenisäikeet ovat pakkautuneet tiiviisti, eivätkä ne sisällä elastiinia. Yhdessä cruraali faskian kanssa ne muodostavat 2-3 kerrosta, joissa kollageenisäikeet kulkevat yhdensuuntaisesti. Kerrosten erottamisessa voidaan käyttää hyväksi säikeiden tiheyden muutoksia, sillä muuten kerrokset eivät ole erotettavissa.

Viimeisessä tutkimuskysymyksessämme halusimme tietää, vaikuttavatko faskian ominaisuudet nilkan liikkeenhallintaan. Proprioseptiikka voidaan määritellä monella eri tapaa. Se sisältää kehon asennon ja liikkeen mutta voidaan myös ymmärtää lihaksen tuntona tai liikkumisen aistina. Informaatio, mitä saadaan proprioseptiikan avulla, on ratkaisevassa asemassa tasapainon hallinnassa sekä motorisessa oppimisessa. Tätä informaatiota keskushermostolle tuovat erilaiset reseptorit, jotka sijaitsevat muun muassa nivelkapseleissa, ligamenteissa, jän-teissä, faskiassa ja lihaksissa. Koska aistihavaintoja saadaan kattavasti ympäri kehoa, pystymme luomaan käsityksen nivelten asennoista, liikkeiden suunnista, kehon suhteesta painovoimaan sekä tekemästämme lihastyöstä.

Proprioseptinen järjestelmä koostuu mekanoreseptoreista, joita ovat lihasspindelit, Golgin jänne-elimet, Pacinin ja Ruffinin keräset sekä vapaat hermopäätteet. Mekanoreseptorit ovat aistinsoluja, joita sijaitsee faskiassa runsaasti. Niitä stimuloi mekaaninen ärsyke, joka saa aikaan aistinsolun aktivoitumisen. Jokainen mekanoreseptori aktivoituu eri ärsykkeestä. Ärsykkeen luoma mekanoreseptorin aktivoituminen aikaansaa aistimuksen kulkeutumisen keskushermostolle.

Lihasspindelien rooli on keskeinen asennon säilyttämisessä, sillä ne aistivat lihaksen pituudessa tapahtuneita muutoksia. Ne esiintyvät lihaksen sisässä, mutta ovat yhteydessä faskiaan perimysiumin kautta. Golgin jänne-elimä on runsaasti syvässä faskiassa, jän-teissä, ligamenteissa ja nivelkapseleissa. Niiden tehtävänä on valvoa jännitystasoja ligamenteissa ja jän-teissä, joista ne lähettävät aktiivisen lihassupistuksen aikana tietoa keskushermostolle. Se muodostaa suojaavan reaktion lihassupistuksen ollessa aktiivisesti tuotettua, jolloin jän-teessä tapahtuu venymistä, ja Golgin jänne-elin laskee lihaksen tonusta. Pacinin keräsiä sijaitsee epimysiumissa ja syvissä nivelkapselien kerroksissa. Ne reagoivat paineen ja tärähdyksen muutoksiin. Ruffinin keräset taas aktivoituvat niihin kohdistuessa venytystä. Niitä sijaitsee ligamenteissa ja kudoksissa, joihin kohdistuu sää-

nöllinen venytys, kuten pinnallisessa faskiassa. Vapaita hermopäätteitä löytyy ympäri kehoa useista kudoksista, joita on runsaasti varsinkin pinnallisen ja syvän faskian välimaastossa. Vapaiden hermopäätteiden aktivoituessa ne lisäävät proprioseptiivista viestinkulkua, ja ne reagoivat vastaamalla äärimmäisen kevyeseen sekä raskaaseen paineeseen.

Kuten edellä mainittu, retinaculumit ovat hyvin proprioseptista kudosta. Nilkan alueella retinaculumeita esiintyy runsaasti, antaen tukea ja vakautta nilkkanivelelle. Nilkkaniveleen ollessa alimmainen tasapainoon vaikuttava strategia, joka estää kehomme huojuntaa, sen faskiaalisten rakenteiden mekanoreseptoreista saamamme informaatio tukee tasapainoista asentoa ja sen ylläpitämistä. Kävellessä mekanoreseptorit aistivat jatkuvasti liikkeen suuntaa, nopeutta, venytystä ja tärinää antaen tietoa keskushermostollemme nilkan asennosta ja sen toiminnasta osana kävelyä. Nämä kerätyt aistihavainnot tuottavat suuren määrän informaatiota, jota voimme käyttää hyväksemme liikkuessamme. Tieto, jonka saamme, on yhteydessä nilkan faskiaaliseen liikkeenhallintaan, sillä se ohjaa meitä toteuttamaan nilkan liikkeitä suunnitellusti ja vammoja ehkäisevästi. Nilkan retinaculumeissa runsaasti esiintyvien mekanoreseptorien avulla voimme ohjata nilkan asentoa ja toimintaa liikkeen aikana.

8 POHDINTA

Opinnäytetyömme tekeminen oli vaativampaa ja työläämpää kuin olimme etukäteen ajatelleet. Valitsemamme aihe oli samaan aikaan mielenkiintoinen, mutta myös haastava. Uusimman ja ajankohtaisen tutkimustiedon löytäminen aiheutti alkuun vaikeuksia, mutta löysimme kuitenkin materiaalia työhöemme. Opinnäytetyön edetessä huomasimme, että alkuperäinen aiheemme olisi aivan liian laaja toteutettavaksi. Rajasimme aiheitamme, jolloin pystyimme keskittymään enemmän ja syvemmin työssämme esiintyviin aihealueisiin. Työn rajaaminen auttoi meitä myös selventämään työn sisältöä sekä rajaamaan etsimämme tutkimusartikkeleiden määrää. Saimme myös itse uutta puhtia tekemiseen aiheen rajaamisen jälkeen.

Työmme aihe oli yhteinen mielenkiintomme kohde ja alusta asti oli selvää molemmille, että haluamme tehdä opinnäytetyön liittyen faskiaan. Nilkan toiminnallinen rakenne ja sen liittäminen työhön toi mukanaan lisäopiskelua nilkan ja viereisten rakenteiden anatomista sekä toiminnasta. Koulutuksen aikana nilkan alue jää aika pienelle painotukselle, joten nilkan rakenteen kertaus opinnäytetyön ohessa oli aiheellista. Nilkan rakenteen ymmärtäminen tuki oppimistamme myös alueen faskiarakenteiden opiskelussa, sillä ne olivat meille vieraita rakenteita anatomisesti ja toiminnallisesti.

Käyttämämme lähdemateriaali koostui pääasiassa vieraskielisestä materiaalista, mikä toi osaltaan omat haasteensa opinnäytetyön tekoon. Aiheitamme tukevien artikkeleiden ja tutkimusten löytäminen oli haastavaa vieraskielisillä hakusanoilla, mutta onnistuimme löytämään oikeat hakusanat, joiden avulla löysimme spesifiä tietoa aiheesta. Keräämämme materiaali on mielestämme validia. Pyrimme materiaalin keruun aikana kokoaamaan mahdollisimman luotettavaa, laadukasta sekä ajankohtaista tutkimustietoa. Käytimme eri tietokantoja saadaksemme mahdollisimman laajan materiaalin käyttöömmee, josta pystyimme valikoimaan työtämme eniten palvelevia tutkimuksia. Useat tutkimukset tarjosivat myös eri näkökulmia aiheestamme. Pyrimme noudattamaan opinnäytetyöprosessimme aikana hyvää tieteellistä käytäntöä eettisyyden suhteen.

Opinnäytetyömme tavoitteena oli kerätä kirjallisuuden kautta tietoa nilkan faskiarakenteesta sekä sen vaikutuksista nilkan liikkeenhallinnassa. Kokosimme aiheesta kuvailevan

kirjallisuuskatsauksen, jonka on tarkoituksena olla tietolähteenä kaikille aiheesta kiinnostuneille. Mielestämme onnistuimme kokoamaan kattavan kirjallisuuskatsauksen, jossa vastaamme asettamiimme tutkimuskysymyksiin laajasti ja keräämämme tiedon pohjalta. Kirjallisuuskatsaus käsittelee aihettamme laaja-alaisesti ja pohjautuu uusimpaan ja ajan-kohtaisimpaan tutkittuun tietoon, jota ei ole vielä kerätty yhteen. Itse opinnäytetyöprosessin aikana olisimme voineet pyrkiä toteuttamaan työtämme suunnitellummin. Tämän vuoksi alkuperäinen aikataulumme venyi ja jouduimme työstämään aihetta oletettua pidempään. Jos olisimme pysyneet aikataulussamme, työmme olisi saattanut olla hyvinkin erilainen. Koimme aikataulun venymisen kuitenkin tarpeellisenä opinnäytetyön sisällön ja lopputuloksen suhteen.

Opimme paljon faskioista ja niiden rakenteesta työtä tehdessämme. Kerättyämme pohjatietoa faskioista, pystyimme lisäämään tietouttamme myös muista työtämme käsittelevistä aiheista. Nilkan anatomian merkitys rakenteena on noussut esiin työtä tehdessämme ja olemme käsittäneet sen tärkeyden koko kehoa kannattelevana rakenteena. Nilkan ja jalkapöydän reseptoreiden kautta tulevalla tiedolla alustasta ja nilkan rakenteen mukautumisesta alustaan on suuri merkitys asentomme ylläpidossa ja liikkumisessamme. Tämän tiedon avulla pystymme säätelemään ja ohjaamaan nilkan toimintaa ja ylläpitää tasapainoa. Ymmärryksemme syveni siitä, kuinka suuri merkitys retinaculumeilla on reseptoreiden viestinkulussa ja aistimusten vastaanotossa. Kaikki tieto mitä olemme opinnäytetyöprosessin ajalta keränneet ovat tukeneet kykyämme vastata kaikkiin tutkimuskysymyksiimme.

Opinnäytetyöprosessin aikana olemme oppineet tarkastelemaan lähdemateriaalia kriittisesti ja osaltaan myös eettisesti. Olemme oppineet hyödyntämään useita eri tietokantoja, joiden pohjalta olemme voineet perehtyä viimeisimpään saatavilla olevaan tietoon. Aiheen laajuuden ja tutkimusten runsauden vuoksi, ymmärrämme viimeisimmän tutkimustiedon tärkeyden ja tarpeellisuuden työtämme ajatellen. Opinnäytetyöprosessin aikana opimme myös aiheen rajauksen tärkeyden ja sen tuomat haasteet selkeän opinnäytetyön tuottamiseksi. Kun saimme aihetta rajattua tarpeeksi, koimme työn tekemisen myös paljon mielekkäämpänä ja selkeämpänä.

Jatkotutkimusehdotuksemme oman aiheemme jatkeeksi esittäisimme nilkan inversioammojen vaikutusten tarkastelua faskian näkökulmasta nilkan liikkeenhallinnassa. Ajattelimme ensin sisällyttää aiheen työhöemme, mutta rajasimme sen kuitenkin työmme

ulkopuolelle sen laajuuden vuoksi. Aiheeseen voisi yhdistää nilkan faskiaalisten rakenteiden muutokset vamman aikana sekä niiden vaikutus nilkan hallintaan ja stabilisaatioon vamman jälkeen. Nilkan vammat kroonistuvat helposti, joten tutkittu tieto ja sen esiintuonti voisivat tukea nilkan inversiovammojen jälkeistä kuntoutusta sekä kroonistumisen estämistä.

LÄHTEET

- Benjamin, M. 2009. The fascia of the limbs and back – a review. *Journal of Anatomy* 2009 Jan; 214(1): 1-18. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2667913/>
- Biga, L., Dawson, S., Harwell, A., Hopkins, R., Kaufmann, J., LeMaster, M., Matern, P., Morrison-Graham, K. & Quick, D. *Anatomy & Physiology*. Luettu 10.10.2018. Saatavilla: <http://library.open.oregonstate.edu/aandp/chapter/10-2-skeletal-muscle/>
- Borboni, B., Marelli, F., Morabito, B. & Sacconi, B. 2017. The indeterminable resilience of the fascial system. *Journal of Integrative Medicine* 2017, Vol. 15, No. 5.
- Borboni, B., Marelli, F., Morabito, B., Castagna, R., Sacconi, B. & Mazzucco, P. 2018. New Proposal to define the Fascial System. *Complementary Medicine Research*.
- Browne, G. 2006. *A Manual Therapist's Guide to Movement – Teaching Motor Skills to the Orthopedic patient*. Elsevier Limited.
- Brockett, C. & Chapman, G. 2016. Biomechanics of the ankle. *Orthopaedics and Trauma*. Jun; 30(3): 232-238. Luettu 10.6.2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4994968/>
- Clayton, P. 2017. *Lantion alueen toimintahäiriöt – käytännön opas SI-nivelen ongelmista piriformis-syndroomaan*. VK-Kustannus Oy.
- Dischiavi, S.L., Wright, A.A., Hegedus, E.J. & Bleakley, C.M. 2018. Biotensegrity and myofascial chains: A global approach to an integrated kinetic chain. *Medical Hypotheses* 110 (2018) 90-96.
- Elliot's world. 2014. *Foot Anatomy and Function*. <https://elliottelford.com/foot-anatomy/>
- Fede, C., Angelini, A., Stern, R., Macchi, V., Porzionato, A., Ruggieri, P., De Caro, R. & Stecco, C. 2018. Quantification of hyaluronan in human fasciae: variations with function and anatomical site. *Journal of Anatomy*, July 24, 2018.
- Fitzgordon, J. 2018. What is a Retinaculum? <https://corewalking.com/retinaculum/>
- Flexia. 2016. Mietteitä MT-koulutukseen liittyen, osa II. <http://www.flexia.fi/blogi/2016/12/5/mietteit-mt-koulutukseen-liittyen-osa-ii>
- Han, J., Anson, J., Waddington, G., Adams, R., Liu, Y. 11.6.2015. The Role of Ankle Proprioception for Balance Control in relation to Sports Performance and Injury. *Bio-Med Research International* Volume 2015, Article ID 842804, 8 pages. <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/842804/>
- Hervonen, A. 1987. *Tuki- ja liikuntaelimistön anatomia*. Tampere: Lääketieteellinen opimateriaalikustantamo Oy.
- Integrated Seminar Series. 2018. Fasciocytes – a newly discovered cell type responsible for fascial sliding. <https://integratedseminarseries.com/2018/04/16/fasciocytes-a-newly-discovered-cell-type-responsible-for-fascial-sliding/>

- Kapandji, I.A. 1997. Kinesiologia osa 2: Alaraajojen nivelten toiminta. Medirehab kirja-kustannus. Loimaan Kirjapaino Oy.
- Kauranen, K. 2017. Fysioterapeutin käsikirja. Sanoma Pro Oy, Helsinki.
- Kauranen, K. 2011. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 167. Helsinki 2011.
- Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille LTS:n julkaisusarja. Liikuntatieteellinen seura ry.
- Langevin, H. & Huijing, P. 2009. Communication About Fascia: History, Pitfalls, and Recommendations. *International Journal of Massage Bodywork* 2009; 2(4): 3-8. Julkaistu 7.12.2009. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3091474/>
- Lesondak, D. 2017. Fascia – What it is and why it matters. Handspring Publishing. The United Kindom.
- Lindberg, A-P. 2015. Täsmäliike – Toiminnallinen myofaskiaalinen harjoittelu. Saarijärven Offset Oy.
- Magee, D. J. 2014. Orthopedic physical assessment. Sixth edition.
- Moore, S., Schurr, K., Wales, A., Moseley, A. & Herbert, R. 1993. Observation and analysis of hemiplegic gait: swing phase. *Australian Physiotherapy* Vol. 39, No 4. Luettu 17.7.2018. https://ac.els-cdn.com/S0004951414604876/1-s2.0-S0004951414604876-main.pdf?_tid=ab062a58-5aa0-4d05-81f2-590df734f3e5&acdnat=1531820233_119059f6536a197bae9b2ed1f323a467
- Palastanga, N., Field, D. & Soames, R. 2002. Anatomy and human movement: Structure and function. 4. painos. Butterworth Heinemann Elsevier
- Perttunen, J. 2002. Foot Loading in Normal and Pathological Walking. Jyväskylän Yliopisto.
- Rantala, J. & Raisamo, J. 2011. Proprioception. Tampere Unit for Computer-Human Interaction. School of Information Sciences. University of Tampere.
- Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. VK-Kustannus Oy. Otavan Kirjapaino Oy.
- Schleip, R. 2011. Fascia as a sensory organ, in Dalton E (ed.). *Dynamic Body: Exploring Form Expanding Function*. Freedom from Pain Institute, pp. 136-163.
- Stecco, C. 2015. *Functional Atlas of the Human Fascial System*. Churchill Livingstone Elsevier.
- Stecco, C., Macchi, V., Porzionato, A., Duparc, F. & De Caro, R. 2011. The fascia: the forgotten structure. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*. Vol. 116, n. 3: 127-138. Julkaistu 4.3.2011.

Stecco, C., Macchi, V., Porzionato, A., Morra, A., Parenti, A., Stecco, A., Delmas, V. & De Caro, R. 2010. The Ankle Retinacula: Morphological Evidence of the Proprioceptive Role of the Fascial System. *Karger*. 192(3):200-210.

Stecco, L. 2018. Lihaksistoon liittyvien faskioiden fysiologia. Medirehabook kustannus Oy. Muurame. Suomennos: Tiina Lahtinen-Suopanki.

Streifeneder. The eight phases of human gait cycle. Springer-Verlag GmbH. Luettu 5.7.2018. Saatavilla: https://www.streifeneder.com/downloads/o.p./400w43_e_poster_gangphasen_druck.pdf

Swathi, Geetha, G. & Sunita, A. 2017. Mid-foot retinaculum: an unrecognized entity.

Szotek, S. 2018. Telocyte. ResearchGate. https://www.researchgate.net/figure/Digitally-coloured-transmission-electron-microscope-TEM-image-blue-of-telocyte-of_fig5_281341259

Torkki, M. 2008. Jalkaterän biomekaniikan perusteita. Suomen Ortopedia ja Traumatologia Vol. 31. Luettu 16.7.2018. <http://www.soy.fi/sot-lehti/1-2008/25.pdf>

University of Oklahoma, Health sciences center. 2011. <http://moon.ou-hsc.edu/dthompsn/namics/gifiles/ankstjax.gif>

Varghese, J-B. & Hari Priya, G. 2017. Role of Fascia in Human Function. Saveetha College of Physiotherapy, Saveetha University, Chennai. *Research J. Pharm. and Tech.* 10(8): August 2017.)

Velleman, S. & McFarland, D. 2015. Skeletal Muscle. Physiology (Sixth Edition), 2015. <https://www.sciencedirect.com/topics/veterinary-science-and-veterinary-medicine/epimysium>

Waddel, M. Parkinson's disease, Cerebral palsy and their pathological gait patterns. The 'normal' gait. Luettu 10.10.2018. Saatavilla: <https://sites.google.com/site/pathological-gaitpatterns/the-normal-gait-1>

Wylde, S. 2017. Moving Stretch, Work your fascia to free your body. North Atlantic Books. Berkeley, California. Lotus Publisher. Chichester, England.

Zügel, M., Maganaris, C., Wilke, J., Jurkat-Rott, K., Klingler, W., Wearing, S., Findley, T., Barbe, M., Steinacker, J., Vleeming, A., Bloch, W., Schleip, R. & Hodges, P. 2018. Fascial tissue research in sports medicine: from molecules to tissue adaptation, injury and diagnostics. *British Journal of Sports Medicine*